



L'enseignant de mathématiques au quotidien : Etudes de pratiques en classe de seconde.

Christophe Hache

► To cite this version:

Christophe Hache. L'enseignant de mathématiques au quotidien : Etudes de pratiques en classe de seconde.. Histoire et perspectives sur les mathématiques [math.HO]. Université Denis Diderot Paris 7, 1999. Français. NNT : . tel-01253635

HAL Id: tel-01253635

<https://theses.hal.science/tel-01253635>

Submitted on 11 Jan 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Université Denis Diderot (Paris VII)

**Thèse de doctorat
Spécialité : didactique des mathématiques
Présentée par Christophe Hache**

Titre de la thèse :

**L'enseignant de mathématiques au quotidien :
Étude de pratiques en classe de seconde**

Soutenue le 7 décembre 1999 devant la commission d'examen :

Daniel CHESSEL	Examineur
Jean Luc DORIER	Rapporteur
Marie Jeanne PERRIN	Examineur
Aline ROBERT	Directeur de recherche
Jacqueline ROBINET	Examineur
Janine ROGALSKI	Rapporteur

Université Denis Diderot (Paris VII)

Thèse de doctorat
Spécialité : didactique des mathématiques
Présentée par Christophe Hache

Titre de la thèse :

**L'enseignant de mathématiques au quotidien :
Étude de pratiques en classe de seconde**

Soutenue le 7 décembre 1999 devant la commission d'examen :

Daniel CHESSEL	Examineur
Jean Luc DORIER	Rapporteur
Marie Jeanne PERRIN	Examineur
Aline ROBERT	Directeur de recherche
Jacqueline ROBINET	Examineur
Janine ROGALSKI	Rapporteur

À la grand-mère de Paul.

REMERCIEMENTS

Exercice difficile que de remercier les personnes croisées durant cinq ans en essayant d'exprimer pleinement toute leur importance ; toutes les personnes qui m'ont aidé, quelquefois à leur insu. Celles qui m'ont poussé, celles qui ont douté et qui m'ont forcé à expliciter des choix, à avancer un peu plus, celles qui n'ont pas douté quand moi je doutais, celles qui ont juste été là au fil du temps demandant des nouvelles de ma thèse comme on en demande d'une connaissance lointaine, celles avec qui je m'éloignais de mon travail (pour mieux y revenir sans doute)... Je ne peux pas citer ici tout le monde mais je suis reconnaissant à chacun de son aide, de sa patience, de ses encouragements, de ses réactions...

La bonne humeur permanente et l'amitié de l'équipe de l'IREM de Paris VII font de ce lieu un petit paradis universitaire où il fait bon se retrouver. Il s'y est créé comme une petite famille doucement et agréablement présente.

L'équipe DIDIREM, plus sérieuse mais pas moins agréable, m'a apporté un environnement de travail riche et entraînant. La surprenante communauté nationale de didactique des mathématiques et l'ARDM m'ont permis des rencontres et des confrontations qui, même si elles ont été quelquefois houleuses, ont toujours été constructives, finalement très enrichissantes et surtout amicales.

Je tiens surtout à remercier Aline Robert. J'ai baigné pendant cinq ans dans un univers de recherche studieux, rigoureux, exigeant, riche, largement ouvert. J'ai profité d'un directeur de recherche toujours présent en cas de besoin, énormément disponible, sachant parfaitement doser son aide, ses demandes ; elle a été encourageante, positive, amicale, patiente pendant cinq ans sans jamais faiblir.

Ces derniers temps quelques personnes ont lu et relu, corrigé et recorrecté, annoté ce texte. Je leur en suis particulièrement reconnaissant. Je remercie notamment Janine Rogalski et Jean-Luc Dorier pour leurs commentaires et leurs conseils.

Je transmets mes plus sincères encouragements à Delphine, Gaëlle, Sophie, Magalie et Perrine qui ont une thèse qui leur trotte dans la tête (si tant est qu'une thèse puisse trotter).

TABLE DES MATIÈRES

Chapitre A Quelles pratiques étudier ? Comment ?	6
<i>I Étude des pratiques en didactique et "ailleurs".</i>	8
<i>II Précisions de mon questionnaire.</i>	21
<i>III D'un questionnaire à une méthode d'analyse.</i>	24
Chapitre B Description détaillée des analyses effectuées, premiers résultats.	29
<i>I Premières réflexions, choix des séances observées, matériel obtenu.</i>	30
<i>II Premières analyses.</i>	36
<i>III Méthodologie relative aux analyses locales.</i>	39
Chapitre C Comptes rendus d'analyses.	69
<i>I Présentations des comptes rendus d'analyses.</i>	71
<i>II Compte rendus de séances.</i>	78
<i>III Premières comparaisons entre séances.</i>	134
<i>IV Conclusion.</i>	183
Chapitre D Variations, échanges, univers : revue transversale.	185
<i>I Les groupes de paramètres, définitions.</i>	189
<i>II Organisation des épisodes. Différents univers plus fréquemment rencontrés.</i>	191
Conclusion.	200
Bibliographie.	205
<i>I Didactique générale :</i>	206

<i>II Étude des notions et savoirs :</i>	206
<i>III Étude des pratiques :</i>	207
<i>IV Autres champs disciplinaires :</i>	209
<i>V Analyse de données :</i>	210
Annexes.	

Un plan détaillé de chaque chapitre est proposé au début de chacun d’eux.

CHAPITRE A

QUELLES PRATIQUES ÉTUDIER ? COMMENT ?

Les chercheurs en didactique des mathématiques étudient l'enseignement des notions mathématiques en essayant de le relier à l'apprentissage des élèves.

Ils ont donc des préoccupations que l'on peut rencontrer aussi dans d'autres disciplines comme la psychologie cognitive, la psychologie, la psychanalyse, l'épistémologie, la sociologie, la psychosociologie, l'histoire des sciences, l'histoire de l'éducation, l'ergonomie, l'anthropologie... Chacune de ces disciplines, y compris la didactique des mathématiques, a une approche spécifique, s'appuie sur un découpage particulier de la réalité, a des hypothèses et des questionnements qui lui sont propres. Chacune s'enrichit des avancées des autres disciplines et, en définitive, les complète.

La singularité des chercheurs qui adoptent une démarche didactique est qu'ils fondent leurs problématiques, leurs analyses sur les savoirs, les notions à enseigner.

Après s'être surtout centré sur les savoirs et sur les rapports entre élèves et savoirs sans vraiment réussir à appréhender le rôle du professeur, les didacticiens des mathématiques ont depuis quelques années lancé divers types de travaux abordant plus précisément le rôle, l'activité du professeur dans l'enseignement¹.

C'est dans ce cadre que je propose ici une étude des pratiques² au quotidien des professeurs de mathématiques. Je souhaite notamment analyser la diversité de ces pratiques³ et, dans la mesure du possible, mettre à jour des éléments qui pourraient être à l'origine de leurs variations. En particulier, la question se pose de savoir dans quelle mesure la notion enseignée influence les pratiques des professeurs en classe.

Je vais dans un premier temps présenter le cadre scientifique dans lequel s'inscrit ce travail, je préciserai ensuite mon questionnement. Dans un troisième paragraphe, je passerai enfin de ce questionnement à une première description de la méthode d'analyse que j'ai employée.

¹ On pourra, pour plus de détail, se reporter au numéro 17/3 de la revue *Recherche en didactique des mathématiques* et notamment à l'éditorial de C. Margolinas et M. J. Perrin (Voir bibliographie III, Margolinas et Perrin, 1997).

² Le terme "pratique" est à prendre dans un premier temps dans un sens très large : par exemple (*Le Petit Robert*) « manière d'agir ». Il s'agit de tous les faits et gestes, conscients ou inconscients, toutes les paroles du professeur pendant son enseignement. Le terme "pratique" sera précisé au paragraphe " Études des pratiques. " (à la fin du I I 2- page 17) et sera abandonné au paragraphe II page 21 au profit du terme "univers".

³ C. Margolinas lance un appel à ce type de recherche dans sa conférence à la 10^{ème} école d'été de didactique des mathématiques (Voir bibliographie III, Margolinas, 1999).

Plan du chapitre :

<i>I Étude des pratiques en didactique et "ailleurs".</i>	8
I 1 Préalables didactiques.....	8
a) Les notions mathématiques du point de vue de la didactique.....	9
b) Situations d'enseignement et d'apprentissage.	15
I 2 Études des pratiques.	17
I 3 Hypothèses sur l'apprentissage des élèves retenues dans ce travail et liées aux pratiques du professeur.	19
<i>II Précisions de mon questionnement.</i>	21
II 1 Définition des univers et questionnements associés.....	21
II 2 Remarque sur les écrits précédents à propos des univers.	23
II 3 Limites.	23
<i>III D'un questionnement à une méthode d'analyse.</i>	24

I Étude des pratiques en didactique et "ailleurs".

Je vais utiliser dans cette étude des outils, des cadres servant pour la recherche en didactique des mathématiques, ou des résultats d'autres disciplines. Mon but n'est pas ici de les évoquer tous mais de présenter ceux qui sont les fondements de ce travail ou qui en constituent le cadre.

J'utilise deux grandes catégories de résultats : les résultats généraux de didactique, ou plus largement ceux qui concernent l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques, et des résultats, plus récents, sur l'étude des pratiques des professeurs en classe.

I 1- Préalables didactiques.

Les chercheurs en didactique des mathématiques essayent de décrire, d'étudier, de modéliser des situations d'enseignement des mathématiques. Je souligne ici que même si l'élève est amené à travailler seul il s'agit bien de situation d'enseignement, car ce temps de travail « a-didactique » est mis en place, géré puis récupéré par le professeur, l'enseignant.

Les chercheurs en didactique des mathématiques spécifient à la situation d'enseignement et aux mathématiques – ou plus particulièrement à la notion mathématique évoquée – les hypothèses générales liées à l'apprentissage.

Ceci nécessite un regard précis sur les mathématiques et sur la situation d'enseignement.

Je vais décrire ici ce regard car c'est celui qui est sous-jacent à de nombreuses hypothèses faites par la suite quant à l'étude des pratiques des professeurs en classe.

a) LES NOTIONS MATHÉMATIQUES DU POINT DE VUE DE LA DIDACTIQUE.

On peut repérer deux tendances dans les études didactiques des savoirs mathématiques : une tendance "naturaliste"⁴, plus descriptive, et une tendance "écologiste"⁵, plus systémique, les deux problématiques pouvant se rejoindre.

La problématique écologique se présente d'emblée comme un moyen de questionner le réel. Qu'est-ce qui existe, et pourquoi ? Mais aussi, qu'est-ce qui n'existe pas, et pourquoi ? Inversement, étant donné un ensemble de conditions, quels objets sont-ils poussés à vivre, ou au contraire sont-ils empêchés de vivre dans ces conditions ? (...) L'écologie didactique s'est inspiré de l'écologie biologique, telle qu'elle s'est développée depuis la fin du XIX^{ème} siècle. (...) Cette prise de position [citation de R. L. Landeman (1942), écologue : « Une communauté biotique ne peut être clairement différenciée de son environnement abiotique : l'écosystème doit être dès lors considéré comme l'unité écologique la plus fondamentale »], et ce mode de pensée écosystémique, ont animé très tôt certains didacticiens, qui ont été amenés à identifier quatre types d'écosystèmes, suivant le type de régime écosystémique auquel y est soumis le savoir mathématique : écosystème savant, dans lequel il s'agit de produire des mathématiques ; écosystème didactique scolaire, dans lequel les mathématiques sont étudiées ; écosystème professionnel, où il s'agit d'utiliser les mathématiques pour accomplir certaines tâches ; écosystème noosphérique enfin dans lequel les mathématiques sont utilisées à des fins de transposition.⁶

L'approche écologique permet ainsi, entre autre, la description et la compréhension des curriculums. Elle permet des études de critères de viabilité, généraux ou particuliers, de concepts au sein du corpus enseigné.

L'approche que j'ai nommée "naturaliste" ci-dessus, est en fait le regroupement de plusieurs points de description des savoirs mathématiques à enseigner.

⁴ *Science naturelle* : science d'observation qui étudie les êtres vivants et les corps dans la nature. (*Le Petit Robert*)

⁵ *Écologie* : étude des milieux où vivent les êtres vivants ainsi que des rapports de ces êtres entre eux et avec le milieu. (*Le Petit Robert*)

⁶ Michèle Artaud dans les actes de la 9^{ème} école d'été de didactique des mathématiques (Voir bibliographie I, Artaud, 1997).

Je vais citer et commenter un article de Aline Robert faisant un bilan des outils d'analyse didactique des savoirs au lycée⁷. Elle distingue quatre dimensions d'analyse des notions (et des raisonnements associés).

1) Une première dimension : outils / objets, cadres, registres.

(...) Les descriptions en ces termes permettent de distinguer les occurrences décontextualisées et contextualisées des notions (outils / objets), et parmi ces dernières de repérer les diversités liées au domaine d'application à mettre en oeuvre, domaines du travail mathématique (cadres) ou plus précisément domaines d'écriture mathématique (registres).

Ces paramètres descriptifs sont issus, à l'origine, des travaux de Régine Douady⁸, de Gérard Vergnaud⁹ et de Raymond Duval¹⁰. Chez ces trois auteurs, il est souligné que ce qui est important est le développement simultané des représentations sur chaque notion en temps qu'outil ou objet, dans différents cadres ou dans différents registres.

La distinction entre utilisation décontextualisée (exemple : « la médiatrice d'un segment lui est orthogonale ») et contextualisée (exemple, les points A et B étant "donnés" par ailleurs : « la médiatrice du segment [AB] lui est orthogonale ») d'une notion sera notamment beaucoup utilisée ici. On peut rapprocher cette opposition de l'opposition outil / objet ci-dessus¹¹.

2) La deuxième dimension : le statut des notions à enseigner quant à leur insertion dans le paysage mathématique des élèves.

C'est une interrogation didactique qui nous amène à nous poser cette question : à savoir essayer de caractériser les notions mathématiques à introduire aux élèves, en analysant notamment leur insertion (à quelles connaissances déjà introduites elles sont reliées, et comment) et leur fonction (à quoi elles peuvent servir) dans le paysage mathématique déjà construit, ou en cours de construction. Il s'agit notamment de réfléchir à la question suivante : est-ce que toutes les notions à enseigner sont reliées entre elles de la même manière, compte tenu des programmes et de leur nature ? Ont-elles le même statut dans leur mise en fonctionnement, initial et ultérieur ? (...)

Ce sont des analyses de programmes et des analyses épistémologiques, sur la genèse et la fonction de la notion, en mathématiques, qui nous permettent de travailler sur cette dimension. (...)

Ces analyses sont effectuées à partir des points de vue didactiques de l'apprentissage des élèves.

⁷ Voir bibliographie II, Robert 1998.

⁸ Voir bibliographie II, Douady 1987.

⁹ Voir bibliographie II, Vergnaud 1990.

¹⁰ Voir bibliographie II, Duval 1995 et 1996.

Nous avons dans un premier temps retenu *quatre caractères intermédiaires* pour analyser selon cette deuxième dimension les notions mathématiques, telles qu'elles apparaissent dans les programmes de l'enseignement secondaire. Comme nous n'avons pas trouvé toutes les combinaisons possibles de ces caractères, nous avons finalement regroupé nos résultats et défini *des types de notions*, à partir des combinaisons les plus fréquemment rencontrées, c'est ce que nous proposons dans un deuxième temps.

Les caractères intermédiaires ne sont pas indépendants, et certaines notions peuvent en avoir plusieurs, ce qui donne le cas échéant un certain choix dans l'introduction aux élèves de ces notions. Quelquefois, selon l'ordre de la progression adoptée par l'enseignant, tel ou tel caractère peut apparaître ou disparaître. Les voici.

* *Le degré de généralisation de la notion par rapport aux notions antérieures déjà présentées aux élèves, compte tenu des programmes. (...)*

* *Le degré de formalisation attaché à la notion (notamment le nouveau formalisme s'il y en a). (...)*

* *Le caractère unificateur de la notion par rapport à certaines notions antérieures. (...)*

* *La fonction que remplit la notion dans les mathématiques dont disposent les élèves. (...)*

Je souligne que ces caractères ne sont pas les caractéristiques d'une notion mais bien d'une façon d'introduire cette notion, compte tenu de ce qui existe déjà chez les élèves. Les notions de polynôme ou de suite, par exemple, n'ont pas les mêmes caractéristiques, le même statut quand elles sont abordées en première et quand elles sont abordées dans l'enseignement supérieur.

Cela nous amène à proposer, pour les notions enseignées au lycée et à l'université, et en regroupant certains caractères, *les différents statuts suivants* :

* *Notions qui peuvent être présentées aux élèves comme des extensions de notions déjà introduites. (...)*

On étend une propriété, une définition voire une problématique d'un contexte déjà abordé et approfondi par les élèves, à un contexte moins étudié encore (variation des suites après les variations des fonctions par exemple, extension de la notion de vecteur du plan à l'espace) ; ainsi l'étude de la convergence uniforme peut être vue comme une extension de la convergence simple, la notion de primitive peut-être vue comme une extension de la notion d'intégrale.

¹¹ Voir Régine Douady (bibliographie II, 1987), Aline Robert (bibliographie III, 1999b), Christophe Hache et Aline Robert (bibliographie III, 1997a).

** Notions qui peuvent être présentées aux élèves comme réponses à de nouveaux problèmes précis. (...)*

Les élèves sont capables de comprendre, avec leurs connaissances, un problème, une question dont la réponse nécessite l'introduction de la notion visée (on peut penser à la notion de convergence uniforme comme réponse à la question : "quand une suite convergente de fonctions continues a-t-elle une limite continue ?", ou à la notion de primitive comme réponse à la question : "à partir d'une formule explicite de fonction, peut-on retrouver une fonction dont elle serait la dérivée ?"). Ce type de notion sera abrégé en RAP (Réponse à un problème) dans la suite.

** Notions qui ne correspondent qu'à l'introduction d'un formalisme (qui souvent permet des économies d'écritures).*

Des exemples se rencontrent au lycée, comme la valeur absolue, ou des notations indicelles.

** Notions généralisatrices, unificatrices et porteuses d'un nouveau formalisme. (...)*

Notion que j'appellerai FUG par la suite. Les notions de groupe, de corps ou d'espace vectoriel, par exemple, sont des FUG. Ce sont des notions qui permettent de voir comme identiques des propriétés de concepts distincts déjà connus des élèves (ici, par exemple, la notion de groupe unifie d'une certaine façon l'addition des vecteurs, l'addition ou la multiplication des nombres ou des fonctions réelles, la composition des applications) et de les étudier en soi (généralisation de certaines propriétés des lois ci-dessus à toute loi "de groupe").

J'y reviendrai¹², cette dimension de l'analyse des contenus à enseigner a été fondamentale dans le choix des séances observées dans cette recherche.

On peut d'ores et déjà noter que bien qu'on revendique, dans les manuels de lycée, une organisation fixe pour tous les chapitres (révisions, "activité introductrice", cours, travaux pratiques et exercices, par exemple), cette régularité de structure cache des variations que l'on peut rapprocher des distinctions ci-dessus : quand la notion ne peut être vue que comme FUG les activités introductrices ne sont que des révisions, des remises en mémoire, alors que quand la notion peut être vue comme RAP, l'activité introductrice aborde réellement la nouvelle notion et sa problématique¹³.

¹² Voir Chapitre B, paragraphe « Premières réflexions, choix des séances observées, matériel obtenu », page 30.

¹³ Etude comparative menée sur 4 manuels de secondes et 6 manuels de première ou terminale scientifique en 1995 (non publiée).

3) [La troisième dimension d'analyse des contenus à enseigner :] Les niveaux de conceptualisation.¹⁴

Cette dimension est très complémentaire de la précédente, elle permet de décrire, mais *pour une même notion cette fois*, les imbrications successives. (...)

Il s'agit d'étiqueter un palier dans un champ de connaissances mathématiques (champ conceptuel) correspondant à une organisation cohérente d'une partie du champ, caractérisée par des objets mathématiques présentés d'une certaine façon, des théorèmes sur ces objets, des méthodes associées à ces théorèmes et des problèmes que les élèves peuvent résoudre avec les théorèmes du niveau considéré, et en utilisant ces méthodes. (...)

La présence du mot niveau est expliquée par la suite :

Ces niveaux sont plus ou moins imbriqués, et en général de plus en plus généraux [au fil de la scolarité] ; ainsi les théorèmes d'un niveau donné sont souvent les exercices ou problèmes du niveau antérieur.

Je prendrai deux exemples. Le premier à propos de l'arithmétique dont les notions peuvent être vues dans un premier temps dans un contexte numérique (division euclidienne, existence et calcul du pgcd) puis avec lesquelles on peut aller plus loin en introduisant le formalisme des congruences ; l'algèbre en est encore un nouveau niveau de conceptualisation (anneaux, idéaux, groupes quotients...) : elle apporte une reformulation, une simplification de certains problèmes et une généralisation des concepts à d'autres domaines (arithmétique des polynômes...). Le second exemple est celui des systèmes d'équations linéaires : les systèmes de deux équations à deux inconnues peuvent s'étudier "à la main" (méthodes abordées dans le secondaire), les systèmes 3×3 correspondent à un autre niveau de conceptualisation, on peut noter que certaines méthodes du niveau précédent ne se retrouvent pas ici (par exemple la méthode "de Cramer", sauf au prix de l'introduction de la notion de déterminant d'ordre 3), l'objet système d'équations se retrouve à un autre niveau de conceptualisation dans l'enseignement supérieur en algèbre linéaire (de différents points de vue d'ailleurs).

4) Niveaux de mise en fonctionnement des connaissances par les élèves. (...)

La notion de connaissances disponibles ou mobilisables a été introduite¹⁵ pour distinguer les connaissances qu'un élève est capable de faire fonctionner quand on le lui suggère (*connaissances mobilisables*) des connaissances qu'il peut utiliser spontanément (*connaissances disponibles*).

¹⁴ N.D.A. : Le mot conceptualisation fait plus ici référence aux champs conceptuels de Gérard Vergnaud qu'à la conceptualisation individuelle.

¹⁵ Voir bibliographie I, Robert 1995.

Par exemple, la propriété « les racines de $ax^2 + bx + c$ ont $-b/a$ pour somme et c/a pour produit » est disponible chez un élève s'il sait résoudre sans indication l'exercice « montrer que si α et β sont les deux racines de $2x^2 - x - 1$, alors $\alpha = -1/(2\beta)$ » en l'utilisant (sans calcul explicite donc). L'utilisation des sommes de Riemann pour calculer une limite est seulement mobilisable pour un élève s'il ne sait pas résoudre sans indication l'exercice « calculer la limite de $(1 + 2 + \dots + n)/n^2$ quand n tend vers $+\infty$ » mais y arrive quand on lui souffle « somme de Riemann » (on peut remarquer par ailleurs que, l'élève ne l'ayant pas utilisé spontanément non plus, le résultat $(1 + 2 + \dots + n) = n(n + 1)/2$ n'est pas disponible).

Afin d'analyser non plus l'apprentissage et l'activité¹⁶ élève, mais les énoncés d'exercice et la tâche prescrite¹⁷, Aline Robert¹⁸ a proposé la notion de *niveau de mise en fonctionnement*.

La mise en fonctionnement de connaissances au *niveau disponible* correspond au travail sur un énoncé ou un problème nécessitant l'utilisation de ces connaissances alors même qu'elles ne sont pas citées : l'élève résolvant l'exercice

[doit aller] rechercher seul dans ses connaissances ce qui peut intervenir, [doit] pouvoir construire des contre-exemples, appliquer des méthodes non prévues, changer de point de vue. Ce niveau [exige] une organisation des connaissances, la possibilité de se servir de situations de référence. L'étudiant est autonome, découvre et redécouvre seul un savoir nouveau.¹⁹

La mise en fonctionnement au *niveau technique*²⁰, à l'opposé, correspond à des connaissances utilisées isolément, à des applications directes de définitions, théorèmes et propriétés, à une utilisation comme outil. Une organisation des connaissances et une autonomie ne sont pas nécessaires. Les connaissances utilisées ne sont pas nécessairement acquises par l'élève, il ne se les est pas forcément appropriées.

¹⁶ Pour plus de détail sur l'acception du mot "activité", se reporter au paragraphe "Études des pratiques." page 17.

¹⁷ Pour plus de détail sur l'acception du mot "tâche", se reporter au paragraphe "Études des pratiques." page 17.

¹⁸ Voir bibliographie II, Robert, 1997.

¹⁹ Voir bibliographie II, Pian, 1999, on pourra se reporter aussi à Pian 1998 (bibliographie II).

²⁰ Le mot "technique" ne renvoie pas ici au fait que l'activité sous-jacente à la tâche proposée est une activité "technique" (c'est à dire proche de la définition « adj. Qui appartient à un domaine particulier, spécialisé de l'activité ou de la connaissance. *Revue techniques, mots, termes techniques* » du *Petit Robert*), ni au sens du mot "technique" de la théorie praxéologique de Yves Chevallard (c'est à dire proche de la définition « n. f. Ensemble des procédés employés pour produire une oeuvre ou obtenir un résultat déterminé. *Des techniques nouvelles* » du *Petit Robert*), le mot est plutôt pris dans un sens dérivé de la définition suivante du *Petit Robert* : « adj. Qui concerne les applications de la connaissance théorique (...). *Les progrès techniques* ».

Entre ces deux niveaux extrêmes on distingue un intermédiaire : la mise en fonctionnement au *niveau mobilisable*.

Ce niveau de mise en fonctionnement correspond à des mises en fonctionnement plus larges [que pour le niveau technique] ; il ne suffit plus d'appliquer immédiatement une propriété ou définition. Il peut être nécessaire d'adapter ses connaissances, de changer de point de vue. La solution peut requérir plusieurs étapes.

L'autonomie de l'élève n'est pas nécessaire.

De même qu'il m'a été nécessaire pour étudier, dans le cadre de la didactique des mathématiques, les pratiques du professeur en classe, d'utiliser les outils d'analyse (ci-dessus) des notions enseignées, de même, il me semble important de rappeler ici sur quels travaux je m'appuie en ce qui concerne les théories de l'enseignement et de l'apprentissage.

b) SITUATIONS D'ENSEIGNEMENT ET D'APPRENTISSAGE.

Il n'est pas facile de faire un bilan des hypothèses sur l'enseignement et sur l'apprentissage que j'ai admises. J'ai retenu deux grandes théorisations à la base de mon travail.

Tout d'abord, je souligne l'importance dans l'apprentissage de la déstabilisation de l'apprenant, de la remise en cause de ses conceptions, et de la construction qui peut en résulter. Pour ce faire notons en particulier l'importance de la dévolution à l'apprenant des situations proposées. Notons que la déstabilisation est très liée à l'organisation et à la structuration des connaissances comme le souligne Graciela Ricco ci-dessous.

Rappelons d'abord quelques références du modèle piagetien. Cette théorie analyse les processus structuraux et fonctionnels mis en oeuvre par le sujet pour appréhender et organiser les objets de connaissance. Le pivot du système piagetien étant la notion de coordination et d'organisation des actions (matérielles au départ, intériorisées par la suite) sur les objets. C'est à partir des processus d'assimilation et d'accommodation que l'équilibre cognitif est défini. Le sujet "interprète", "organise l'objet", en fonction des instruments assimilateurs qu'il a construits. Si la nouvelle situation ne se laisse pas appréhender par les instruments cognitifs déjà construits, il y a alors perturbation, conflit, déséquilibre, rupture du système d'équilibre élaboré précédemment, ce qui amènera le sujet à la recherche d'une (ré)organisation, d'un nouvel équilibre, qui permette d'intégrer et de dépasser les perturbations.

La lecture que réalise le sujet de l'expérience dépend donc des cadres conceptuels qu'il a construits, la connaissance étant le résultat des transformations que le sujet fait subir aux objets qui lui parviennent. (...)

Ce qui est important dans le modèle piagetien ce n'est pas seulement l'accroissement des connaissances mais l'évolution dans l'organisation de ses connaissances.²¹

Il me faut souligner, comme l'auteur le fait par ailleurs, que Piaget étudie essentiellement des enfants et ne les étudie pas spécifiquement en situation d'enseignement / apprentissage mais étudie leur développement en général.

Ce sont les considérations ci-dessus, entre autres, qui donnent tout leur relief aux ingénieries mettant en jeu plusieurs axes d'approches d'une même notion (dialectique outil / objet, jeux de cadres, ou même variation du niveau de mise en fonctionnement, ou du statut de la notion). Même si dans cette recherche le mot "organisation" n'est pas tout à fait pris avec la même acception, je rapproche ceci de la structuration (beaucoup plus consciente), de l'organisation des connaissances mathématiques évoquée par Aline Robert²².

La seconde théorisation utilisée dans mon travail est relative à l'importance pour l'apprentissage des échanges entre apprenant et enseignant, des médiations de l'enseignant entre l'apprenant et le savoir. Ce point n'est pas sans rapport avec le précédent, les échanges permettant souvent une perturbation de l'organisation des connaissances, voire une aide à la réorganisation.

Vygotski propose la formulation suivante²³ :

Chaque fonction psychique supérieure apparaît deux fois au cours du développement de l'enfant : d'abord comme activité collective, sociale, et donc comme fonction interpsychique, puis comme activité individuelle, comme propriété intérieure de la pensée de l'enfant, comme fonction intrapsychique.

Vygotski va même plus loin, comme le souligne Jean-Yves Rochex :

C'est au psychologue allemand Ernst Meumann que Vygotski dit emprunter l'idée selon laquelle il convient d'établir au moins deux niveaux de développement chez l'enfant : le niveau de développement actuel, déterminé par les tâches et les épreuves qu'il peut résoudre seul, sans l'aide d'autrui, et qui correspond à l'exercice autonome et intériorisé des compétences cognitives, et le niveau de développement potentiel, déterminé par les tâches et les épreuves qu'il n'est pas encore en mesure de résoudre seul, mais qu'il peut résoudre dans des situations de collaboration et d'interaction sociale. L'écart entre ces deux niveaux définit ce que Vygotski nomme la zone proximale de développement (ZPD). Celle-ci définit l'espace dans lequel peuvent et doivent prendre place les processus d'apprentissage et les activités d'enseignement, lesquelles en retour transforment et déterminent le développement en lui donnant forme et contenu.

²¹ Voir bibliographie IV, Ricco, 1995.

²² Voir par exemple la citation ci-dessus décrivant les différents niveaux de mise en fonctionnement.

²³ Voir bibliographie IV, Rochex 1997, p128.

Ici aussi, il me faut souligner que Vygotski ne travaille pas sur des situations scolaires, il décrit le développement d'enfants plus jeunes que ceux considérés ici (étude de l'apprentissage de la langue), mes considérations sont donc "métaphoriques". Par ailleurs Piaget et Vygotski, mais aussi Graciella Ricco et Jean-Yves Rochex, utilisent un vocabulaire précis dans des acceptions très spécifiques (par exemple ici les mots "situations", "organisation", "cadre conceptuel", "activité", "tâche", "développement"). Il faut donc faire attention aussi à ne pas leur faire dire ce qu'ils ne disent pas.

Cette partie théorique centrée sur l'élève est ici peu développée, je me suis en effet avant tout intéressé au professeur dans ce travail. Les points de vue ci-dessus sont néanmoins importants dans la mesure où j'ai observé dans le travail du professeur ce qui d'après les hypothèses didactiques et les résultats classiques a une importance pour l'apprentissage.

Venons-en au travail du professeur.

I 2- Études des pratiques.

La définition, l'étude ou la modélisation des pratiques des professeurs en situation d'enseignement sont des objets de recherche relativement récents en didactique des mathématiques. D'autres disciplines scientifiques, comme l'ergonomie, ont une habitude plus grande face à ce type de problématique.

Je vais ici présenter une description ergonomique des pratiques du professeur en classe. Mais avant, je tiens à préciser quelques points communs essentiels entre cette description et celles plus proches de la didactique des mathématiques²⁴.

Tout d'abord, l'enseignant y est vu comme intervenant dans la relation entre l'élève et les mathématiques. L'élève est confronté à un milieu, à une œuvre, à un savoir. Le professeur organise, gère cette confrontation et éventuellement récupère des informations pour faire évoluer un ou des éléments du système (le milieu, les connaissances des élèves, ses connaissances...).

Par ailleurs, l'enseignant lui-même est "pris" dans un système (influence de la noosphère, de ses propres représentations de l'apprentissage, des élèves en présence et expé-

²⁴ Une bibliographie des travaux didactiques sur l'étude des pratiques est proposée à la fin de ce travail. Les travaux étrangers ont peu servi explicitement ici à l'élaboration de la problématique, on en trouvera cependant une description et une bibliographie dans l'article : bibliographie III, Hache et Robert, 1997b. Comme je le souligne dans la conclusion, dans un prolongement de ce travail il serait important d'en tenir compte de façon plus approfondie (cette prise en compte demande un réel travail de synthèse et n'a pu être faite ici faute de temps).

riences antérieures) dans lequel il évolue en fonction des informations qu'il reçoit au fil du temps.

Je me contenterai de ces deux points communs généraux et n'entrerai pas plus avant dans la comparaison. Je vais par contre préciser un peu le point de vue ergonomique de Janine Rogalski²⁵.

Le professeur gère donc un système. Janine Rogalski²⁶ parle de gestion d'un *environnement dynamique ouvert*. Un environnement dynamique est un système (ici, la relation élève - savoir) qui continue à se modifier même sans action de l'opérateur (ici le professeur), il a sa dynamique propre. L'adjectif ouvert signale plusieurs qualités : on ne dispose pas de modélisation de l'environnement dynamique, on a peu (ou pas) de prises d'informations instrumentées, peu ou pas de systèmes de commande automatique et une très grande variabilité. Un pompier aux prises avec un incendie de forêt est aussi face à un système dynamique ouvert. L'acteur a une représentation locale de ce qui se passe, étayée par des informations prises directement, il décide ses actions en fonction de ces dernières. Le mode d'étude des systèmes dynamiques ouverts amène à distinguer cinq niveaux dans les pratiques du professeur, ceci que ce soit globalement ou très localement (à l'échelle d'une séance ou d'une partie de séance) :

Les tâches ²⁷ attendues.	Non-dit, attentes implicites... Par exemple : "dans une classe il y a un nombre minimum de bons élèves", "un maximum d'élèves doivent progresser"...
Les tâches prescrites.	Traduction explicite de ces attentes : programmes, instructions et commentaires, inspections...

²⁵ Voir bibliographie III, Leplat 1997.

²⁶ Conférence au séminaire DIDIREM. Voir bibliographie III, Rogalski, 1998.

²⁷ Le mot est pris au sens de « n. f. Travail désigné qu'on doit exécuter » (*Le Petit Robert*).

Les tâches redéfinies.	Compte tenu de ce qui précède et de ses représentations chaque professeur s'approprie différemment ce qu'on attend de lui.
Les tâches réalisées, effectives.	Le professeur est amené à modifier, dans la pression de l'action, la tâche qu'il s'était fixée.
Les activités ²⁸	Toutes les opérations et actes cognitifs de son fait, gestion de la situation, de lui-même...

Les tâches et activités de l'élève peuvent être découpées de la même façon. La différence entre la tâche prescrite par le professeur et la tâche attendue des élèves correspond au contrat didactique. L'élève ne travaille pas, lui non plus, sur la tâche prescrite, mais sur une tâche redéfinie. Laquelle peut aussi évoluer au fil de l'action (tâche réalisée). L'élève a une activité en réponse à cette dernière tâche.

Étudiant les pratiques du professeur en classe, les deux premiers niveaux ci-dessus (tâches attendues et prescrites) sont vus ici comme le cadre, la contrainte avec lesquels le professeur va évoluer. Le troisième niveau peut être considéré comme une part des pratiques du professeur en classe mais nous nous centrerons essentiellement ici, dans nos analyses, sur les deux derniers niveaux (tâches effectives et activités) ; les tâches redéfinies se lisant (toujours dans ce travail) au travers de l'analyse des tâches réalisées et de l'activité du professeur.

En ce qui concerne les élèves, l'idée générale adoptée ici est que l'étude des pratiques du professeur se fait compte tenu de tout ce que l'on peut savoir de l'apprentissage des élèves ; et, en classe, les cinq niveaux de tâches et d'activités de l'élève seront donc pris en compte, dans toutes leurs dimensions, dans la mesure du possible et compte tenu de mes autres hypothèses.

I 3- Hypothèses sur l'apprentissage des élèves retenues dans ce travail et liées aux pratiques du professeur.

Je considère l'enseignement comme un cadre possible d'une relation entre les élèves et le(s) savoir(s)²⁹ (mais aussi, inévitablement, entre chaque élève et le savoir). Ce cadre est organisé puis géré par le professeur ; la relation élève(s) / savoir(s) devant évoluer,

²⁸ Le mot est pris au sens de « n. f. Ensemble des phénomènes psychique et physiologiques correspondant aux actes de l'être vivant relevant de la volonté, des tendances, de l'habitude, de l'instinct, etc. » (*Le Petit Robert*).

²⁹ Tel qu'il doit être enseigné, après transposition... C'est-à-dire avec un statut donné (FUG, RAP...), à un niveau de conceptualisation donné, avec un niveau de mise en fonctionnement visé...

par essence, vers l'apprentissage³⁰ du savoir par chaque élève. Je vais décrire ici les hypothèses que j'ai retenues sur cette relation entre élève(s) et savoir(s). Je préciserai ensuite (paragraphe II) à l'aide de ces hypothèses ce que je retiens des pratiques du professeur en classe.

À propos de la relation entre élève(s) et savoir(s), je m'appuierai d'après ce qui précède, sur les hypothèses importantes suivantes :

- La description de l'enseignement donnée ci-dessus suppose déjà que la dévolution à l'élève des tâches à effectuer, voire de son apprentissage, est fondamentale ; ce que je reprends.
- L'apprentissage d'une notion se fait d'autant mieux que cette relation élève / savoir est composée d'allers et retours, par exemple entre des situations où la notion est travaillée dans un contexte donné et des situations où la notion est abordée de façon décontextualisée. Transversalement et de façon générale la diversité des points de vue, des cadres, des registres dans lesquels est rencontrée la notion aide l'apprentissage, et notamment l'organisation et la structuration des connaissances (lesquelles sont primordiales).

Par la suite, j'évoquerai cette variabilité des approches proposées aux élèves en parlant de déploiement, d'ouverture didactique de la notion, ou plutôt de *potentiel d'ouverture didactique de la notion proposé aux élèves*³¹ : le mot potentiel rappelant que cette variété est celle qui est "offerte" à l'élève et pas nécessairement celle qu'il peut entendre ou qu'il peut s'approprier.

- Les deux phénomènes précédents (la dévolution et le potentiel d'ouverture didactique) peuvent être favorisés par les confrontations des points de vue entre élèves, par des échanges, une formalisation ou des explicitations.
- Les points précédents peuvent être favorisés par une médiation du professeur. Dans l'apprentissage tel qu'il est organisé dans le cadre scolaire, c'est en effet le professeur qui gère cette dévolution, qui propose des situations ayant un fort potentiel d'ouverture didactique, qui favorise ou non les échanges entre élèves, qui suscite des explicitations.

Revenons aux pratiques du professeur. Il organise a priori la dynamique de la relation entre élève(s) et savoir(s) compte tenu des contraintes énoncées ci-dessus, mais aussi en prenant en compte³² l'épistémologie des notions abordées, la conception qu'il a de ses

³⁰ Appropriation, insertion au sein de ses autres connaissances (après d'éventuelles modifications et réorganisations)...

³¹ Abrégé en POD.

³² Consciemment ou non, compte tenu de son expérience, de ses représentations...

élèves, l'idée qu'il a de la relation élève / savoir, l'idée qu'il a de sa gestion possible, son expérience. Il choisit les modes de présentation, les tâches que les élèves auront à effectuer, leur organisation, les interventions qu'il devra faire.

Le professeur gère ensuite dans la classe le scénario choisi, s'adaptant au déroulement effectif de la séance. Il médiatise le savoir en prenant en compte ce qu'il sait et ce qu'il voit de l'avancement de l'apprentissage des élèves (de chaque élève) et ce qu'il pense qu'ils peuvent entendre, comprendre.

Ce qui m'intéresse ici est précisément la description de ces différentes pratiques. C'est ce que je vais développer dans le paragraphe suivant.

II Précisions de mon questionnement.

Après avoir cerné ci-dessus le contexte dans lequel je me place, je vais maintenant pouvoir décrire plus précisément l'objet de mon étude, et notamment ce que je retiens des pratiques des professeurs en classe.

II 1- Définition des univers et questionnements associés

L'enseignement scolaire se place dans le cadre mis en place par l'institution³³. Le rôle de l'école, et des professeurs plus spécifiquement, les buts qu'ils doivent atteindre et les moyens qu'ils peuvent utiliser sont, en partie, explicités ; l'institution crée puis gère, bien ou mal, un "programme", c'est-à-dire une liste organisée de contenus à enseigner (et une liste plus restreinte des contenus que les élèves doivent avoir appris chaque année) ; elle se charge de contrôler que chaque professeur respecte bien son contrat (c'est-à-dire les instructions et les programmes, ou au moins leur esprit) ; il existe ponctuellement des évaluations des apprentissages des élèves (évaluation à l'entrée en 6^{ème}, B.E.P.C., évaluation à l'entrée en seconde, baccalauréat etc.) ; ces évaluations jaugent aussi souvent implicitement le rapport entre enseignement (enseignant, établissement, environnement socio-économique...) et apprentissage.

Le professeur doit évoluer dans ce cadre (ou ce qu'il en ressent³⁴) pour organiser son enseignement. Il doit aussi composer avec des contraintes "externes"³⁵ aussi diverses

³³ Le ministère (l'inspection, la commission des programmes...), mais aussi les IUFM, les rectorats ou les établissements.

³⁴ Voir "Évaluation des contraintes, tâche attendue : ethnométhodologie." page 37 : nous avons essayé d'évaluer la traduction dans les faits (formation, inspection...) du cadre institutionnel.

que le public auquel il s'adresse (établissement sensible, ZEP), les notions à enseigner, le manuel³⁶ qu'il utilise (ou pas), son établissement (matériel, état..) ou les idées des parents d'élèves.

Le questionnement que j'aborde ici peut être vu comme celui de l'adaptation du professeur à ce jeu de contraintes. On peut se demander si ces contraintes laissent la possibilité ou non à une spécificité, une originalité dans les pratiques. Si cette marge de manœuvre est importante ou pas. Si cette possibilité est exploitée ou non. On peut se demander quelle diversité de pratiques va apparaître, sur quoi vont se jouer les différences.

Je vais donc ici évaluer une diversité de pratiques professionnelles, et tout d'abord, bien sûr, il me faut pouvoir décrire les pratiques des professeurs.

Je me place dans le cadre de la didactique des mathématiques dont j'ai ébauché ma représentation ci-dessus. Je ne retiens, a priori, des pratiques du professeur que ce qui dans la tâche qu'il se fixe, ou dans son activité, est lié à ce qui est supposé avoir de l'influence sur l'apprentissage en didactique des mathématiques. Je vais appeler *univers mathématique élaboré en classe par le professeur face à ses élèves* (à chaque élève), ou plus simplement *univers*, cette partie des pratiques du professeur. Deux univers seront donc, par exemple, différents quand les pratiques du professeur sous-jacentes n'auront pas les mêmes caractéristiques par rapport aux variables dont on fait l'hypothèse qu'elles influent sur l'apprentissage. Ces deux univers donneront donc lieu a priori à des apprentissages différents.

Je souligne tout de suite qu'il n'y a pas de raison qu'un professeur propose un seul univers à ses élèves. Le contraire est même plus probable.

La notion d'univers est donc, pour moi, une recomposition d'une réalité complexe, une prise en compte simultanée des hypothèses sur l'apprentissage décrites ci-dessus.

Mon objectif dans ce travail est d'observer la diversité des univers proposés aux élèves dans les classes et d'essayer de dégager quelques paramètres influençant l'existence, la présence, la convocation, le déploiement de tel ou tel univers.

³⁵ D'un certain point de vue non directement liées au fait d'enseigner ou d'apprendre, mais il n'y a pas de réelle distinction externe / interne.

³⁶ Voir par exemple le bilan d'une petite recherche sur les manuels, page 12.

Une fois la notion d'univers mis en place, je vais décrire (dans le paragraphe III) le passage de cette définition théorique aux choix méthodologiques d'observation.

II 2- Remarque sur les écrits précédents à propos des univers.

L'univers mathématique élaboré en classe par le professeur a déjà été l'objet de plusieurs écrits : dans le n° 17/3 de la RDM³⁷ et dans le cahier de DIDIREM³⁸ Aline Robert et moi décrivions différents types d'univers. Les recherches correspondantes étaient basées sur une partie des séances étudiées ici.

Deux différences sont à noter.

Sur le fond tout d'abord, dans ces deux articles l'objet essentiel est l'étude du discours du professeur. Nous nous basions essentiellement sur ce discours pour caractériser un univers, ici la notion est vue dans une acception plus large.

À propos de la méthodologie ensuite, les analyses effectuées sont des analyses statistiques alors qu'ici, nous allons le voir, j'ai effectué, en plus, des analyses factorielles qui permettent de mieux structurer et organiser les critères de description des univers.

L'évolution de cette notion d'univers permettra, le cas échéant, une comparaison des résultats des deux travaux, et l'étude de l'apport de cet élargissement (voir chapitre D).

II 3- Limites.

Ce travail a bien sûr d'emblée ses limites.

Je n'étudie dans les pratiques que ce qui, en didactique, est considéré (dans l'état actuel des recherches) comme ayant de l'influence sur l'apprentissage des élèves.

J'étudie peu le non verbal (déplacements, gestuelle, mimiques), et pas l'affectif ou le point de vue psychanalytique par exemple.

Je n'étudie pas l'influence de l'univers proposé aux élèves sur l'apprentissage. Cela fait l'objet d'autres recherches. Par exemple une recherche dirigée par Aline Robert³⁹, qui s'appuie entre autres sur les conclusions du présent travail.

³⁷ Voir bibliographie III, Hache et Robert, 1997b.

³⁸ Voir bibliographie III, Hache et Robert, 1997a.

³⁹ Recherche en cours suite à un appel d'offre de l'IUFM de Versailles (pour les années 1998 et 1999-2000). Voir pour l'année 1998 le cahier 33 de DIDIREM (bibliographie III, Robert, 1999a).

Une fois la notion d'univers dégagée, il a fallu établir des moyens permettant d'observer des traces de ces univers en classe afin de pouvoir les caractériser. C'est ce que je vais décrire dans le paragraphe suivant.

III D'un questionnement à une méthode d'analyse.

Je vais décrire ici les éléments qu'il m'a semblé important⁴⁰ de connaître à propos d'une séance en classe pour pouvoir caractériser les univers successifs en présence, puis la forme que j'ai donnée au recueil des données.

On peut étudier une séance en distinguant trois grands moments : ce qui intervient avant la séance, le déroulement de la séance en classe et ce qui va se passer après.

Mon but étant ici d'observer les pratiques du professeur pendant la classe, l'étude et le recueil de données sur l'après séance (suite de la séance, contrôles, interviews d'élèves, apprentissages) ont été peu développés⁴¹. Cependant le point de vue du professeur sur ce qui s'est passé (choix faits, satisfactions, reprises à faire), sur ce qu'il en retient pour lui (si c'était à refaire) sont, par exemple, des éléments pouvant permettre soit de comprendre des amorces d'évolutions à plus long terme des univers proposés par un professeur (différences entre professeur débutant et professeur plus expérimenté, formation) ; soit d'expliquer, a posteriori, des évolutions pendant la séance (point qui est important pour caractériser les univers présents).

À propos de l'avant séance, au moins trois questions doivent se poser pour cette étude :

- l'une concerne les contraintes que le professeur doit prendre en compte. On peut rapprocher cela de la *tâche attendue* et de la *tâche prescrite*. Il faut prendre en compte les programmes, les manuels, les caractéristiques de la notion enseignée, le "niveau" de la classe présente et ce qu'en pense le professeur ; mais aussi les avis de l'inspection, la formation.
- Une autre concerne les intentions du professeur pour sa séance : exercices donnés, scénarios prévus, objectifs.
- On peut aussi s'interroger sur le passé (proche) mathématique de la séance.

Les données concernant la séance sont d'une autre nature et sont plus difficiles à définir et à analyser. Que retenir du déroulement d'une séance quant aux pratiques du

⁴⁰ Aux vues des considérations et définitions ci-dessus.

⁴¹ Voir les limites ci-dessus, page 23.

professeur ? Quelles données observer, comment les recueillir, et, le cas échéant, les quantifier ?

Le principe de la méthode est d'étudier dans les pratiques du professeur ce qui a de l'influence, selon mes hypothèses, sur l'apprentissage des élèves. Compte tenu de ces hypothèses⁴², j'ai, a priori, trois dimensions d'analyses pour observer une séance dans le but de caractériser les univers en présence. Une première est centrée sur les échanges professeur / élève, la seconde sur la variabilité des approches (prévues et effectives) des notions abordées, ce que j'ai appelé le *potentiel d'ouverture didactique*, la troisième dimension est plus transversale, il s'agit d'observer la dévolution aux élèves, la possibilité qui leur est laissée, a priori, de s'approprier une question, une notion.

- Les échanges et interactions entre enseignants et élèves peuvent être étudiés par le biais de leurs interventions orales respectives, et notamment par le biais des questions du professeur ou des élèves (qualitativement et quantitativement), mais aussi par des indices dans leurs tâches et activités respectives (apartés, élève au tableau, corrections et justifications magistrales ou dialoguées, interrogations nominatives ou "à la volée").
- La variabilité des approches, le potentiel d'ouverture didactique peuvent être mesurés de diverses manières. On peut observer, pour chaque séance, la tâche prescrite aux élèves par le professeur et y rechercher la variabilité des situations proposées (cadres, registres, méthodes, outils mais aussi niveau de mise en fonctionnement, niveau de conceptualisation...) ; on peut reconstituer les travaux demandés à l'élève confrontant différentes connaissances (reconnaissances, analogies, mises en relations, interprétation, conjectures, intermédiaires à introduire, adaptations, transformations). On retrouve dans le discours du professeur certaines de ces caractéristiques, mais, et c'est cela qui est important en ce qui concerne le potentiel d'ouverture didactique, il ajoute souvent des mises en garde, de la réflexion, des liens entre le cours et les exercices, il peut même faire varier le vocabulaire pour aborder une même notion.
- Transversalement, il est fondamental d'évaluer la qualité de la dévolution à l'élève. On peut se demander si le professeur fait participer les élèves (correction, temps de recherche), ce sur quoi il les fait intervenir (résultat, démonstration, réflexion, cours ou exercice).

⁴² Description des hypothèses dans le paragraphe "Hypothèses sur l'apprentissage des élèves retenues dans ce travail et liées aux pratiques du professeur." page 19

Je vais décrire, brièvement ici⁴³, à partir des hypothèses et des points de vue choisis ci-dessus, les analyses que j'ai effectuées.

Il faut souligner ici que les choix méthodologiques qui ont été faits sont aussi, en quelque sorte, des objets d'étude dans la mesure où ils sont récents et où peu de dispositifs semblables existent pour tester leur validité. Ces choix permettent-ils finalement de récupérer des données apportant une vue fidèle à la réalité (ou plutôt à une réalité) des pratiques du professeur ? Cette vue est-elle suffisamment complète ? Ce sont autant de questions auxquelles il me faudra répondre.

J'ai d'abord essayé de cerner le cadre dans lequel le professeur évolue, les contraintes avec lesquelles il doit compter. Pour ce faire, j'ai étudié classiquement les programmes et leurs instructions⁴⁴, les manuels scolaires. Ces derniers sont en effet la traduction, non officielle, de ces programmes en une présentation complète et exhaustive du cours, ils ont une importance notable sur le travail des enseignants, sur leur interprétation des programmes. Or, d'un outil de suggestion et d'aide ils deviennent rapidement une source de contraintes et de normalisation^{45, 46}.

J'ai pu, d'autre part, dans la présente recherche, avoir accès à des commentaires et avis d'inspecteurs ou de formateurs en situation sur les séances étudiées, ceci permet de reconstituer une "norme" institutionnelle implicite. Tous ces éléments m'ont permis de préciser le cadre dans lequel le professeur évolue avant même de commencer à concevoir sa séance.

Une interview du professeur avant ou après le cours peut parfois apporter un éclairage sur les contraintes ressenties : par exemple sur la *tâche* telle qu'il se la *redéfinit*⁴⁷, sur sa vision de ses élèves.

⁴³ Et plus précisément dans le chapitre suivant.

⁴⁴ Les professeurs sont observés chacun introduisant deux notions choisies car elles ont des propriétés didactiques bien marquées (voir "Les notions mathématiques du point de vue de la didactique." page 9). Les programmes ont été étudiés à propos de ces deux notions. Le choix de ces notions est explicité au début du chapitre B (voir "Premières réflexions, choix des séances observées, matériel obtenu" page 30).

⁴⁵ Ceci indépendamment des qualités des ouvrages.

⁴⁶ Les étudiants préparant la seconde épreuve orale du CAPES* (justification d'un choix d'exercices sur un thème mathématique donné) n'étudient, par exemple, quasiment exclusivement que des exercices de manuels, et ce sans transformation ni adaptation, même quand ils disposent de plusieurs semaines de préparation.

* Concours de recrutement des professeurs de collège et lycée. Il se prépare en un an à l'université (IUFM).

Une fois ce cadre, ces contraintes évalués, j'ai développé trois points d'analyse sur chaque séance.

- J'ai d'abord effectué une étude globale. Quand le professeur élabore sa séance, il se fixe, a priori, un scénario, une trame plus ou moins précise avec laquelle il va composer lors de la séance. Sur ce point, on peut aussi avoir accès aux intentions exprimées du professeur à l'aide d'un entretien. Les énoncés des exercices proposés complètent cette présentation. On dispose alors d'informations permettant de cerner grossièrement la séance et ses enjeux : que veut faire le professeur (tâche redéfinie, intentions, scénario prévu), que fait-il effectivement (quels exercices sont finalement corrigés ? Y a-t-il eu modification de l'énoncé ? Y a-t-il une partie de cours ?).

- Une seconde analyse, plus locale, sera mise en place afin de préciser les caractéristiques de la (des) tâche(s) abordée(s) et des activités du professeur et des élèves : une analyse de la notion étudiée, de l'énoncé proposé (avant et éventuellement après modification orale par le professeur), du déroulement de la résolution.

Cette analyse devrait permettre à la fois de retrouver des indices des qualités de l'échange entre élèves et professeur, et des indices de la qualité de la dévolution du problème aux élèves, de la façon dont ils peuvent se l'approprier, ceci à l'aide de l'étude des activités du professeur et des élèves mais aussi à l'aide de l'analyse de la tâche (essentiellement celle qui est prescrite aux élèves). Elle devrait permettre aussi d'étudier le potentiel d'ouverture didactique de la situation, à l'aide de l'analyse de la tâche mais aussi des activités.

- Une troisième analyse se penchera spécifiquement sur le discours du professeur⁴⁷. De quoi parle-t-il ? En quels termes ("qualité" mathématique mais aussi présence ou non de questions) ? Dans quels buts ?

Cette analyse permettra d'évaluer (par exemple en étudiant les questions du professeur) les échanges professeur / élève, mais aussi de préciser la variabilité effective des approches, le potentiel d'ouverture didactique (le professeur parle-t-il toujours de la même façon des objets qu'il aborde ? Toujours avec les mêmes objectifs ?).

⁴⁷ Pour la définition de ce terme voir ci-dessus "Études des pratiques." page 17.

⁴⁸ On le verra, le discours des élèves est quasiment inexistant.

Après avoir décrit les hypothèses à partir desquelles je vais travailler, j'ai donc ici précisé mon questionnement et, brièvement, présenté les analyses qu'il devrait être possible de mettre en place dans ce cadre.

Dans la suite de cet exposé, je vais, après avoir décrit le corpus sur lequel j'ai travaillé, exposer les premières analyses effectuées (évaluation du contexte de la séance, découpage de chaque séance en épisodes) avant de décrire précisément les analyses de discours et de tâches - activités que j'ai menées (second chapitre).

A la suite de la description de ces analyses je développerai plusieurs points. Tout d'abord une étude de leur intérêt, en soi (permettent-elles une vision suffisante, pour les objectifs fixés, des activités du professeur, de l'univers mathématique ?). Je décrirai ensuite la façon dont j'ai exploité les résultats de ces premières analyses et les conclusions que j'en ai tiré en réponse à mes questions (chapitre D).

CHAPITRE B

DESCRIPTION DÉTAILLÉE DES ANALYSES EFFECTUÉES, PREMIERS RÉSULTATS

Le premier chapitre a permis de préciser la problématique de ce travail, ainsi que les premiers éléments de méthodologie : il s'agit d'observer la variété des *univers*⁴⁹ rencontrés en classe de mathématiques et d'essayer de dégager des régularités, des variables permettant de comprendre leurs variations.

Je vais décrire ici précisément la méthode d'analyse élaborée. Cette présentation sera précédée d'une description des séances observées et des modes d'observation choisis. Elle sera suivie du troisième chapitre qui présentera les résultats obtenus lors de ces analyses :

Plan du chapitre :

<i>I Premières réflexions, choix des séances observées, matériel obtenu.....</i>	<i>30</i>
<i>II Premières analyses.....</i>	<i>36</i>
II 1 Évaluation des contraintes, tâche attendue : ethnométhodologie.....	37
II 2 Analyses d'exercice, de scénarios.....	38
<i>III Analyses locales (méthodologie).....</i>	<i>39</i>
III 1 Étude du discours.....	39
III 2 Étude des tâches / activités.....	60
III 3 Quelles comparaisons ? Comment appréhender ces données.....	66

I Premières réflexions, choix des séances observées, matériel obtenu

Comme je l'ai exposé dans le premier chapitre, mon but est de mesurer une diversité des univers mathématiques élaborés en classe par les professeurs. Je n'ai pas a priori d'ambition à l'exhaustivité, cet objectif étant irréaliste dans un travail d'approche nécessitant, et permettant, aussi, l'affinement des outils d'observation.

Afin d'observer un spectre assez large d'univers, j'ai joué, dans le choix des séances observées, sur des éléments qui me semblaient, a priori, pouvoir apporter une variabilité importante. Cette variabilité ne devait cependant pas se faire aux dépens des possibilités

⁴⁹ *L'univers mathématiques de la séance* est ce que je retiens des pratiques du professeur pour ce travail, c'est à dire ce qui a de l'effet sur l'apprentissage selon les hypothèses retenues, essentiellement issues de la didactique des mathématiques (pour plus de détail se reporter au premier chapitre).

de comparaisons d'une séance à l'autre. Je vais présenter les options adoptées dans le choix des séances observées.

J'ai travaillé ici sur les résultats de l'observation de huit séances.

Ces huit séances se déroulent toutes avec des classes de seconde⁵⁰. Ce choix a été fait pour les raisons suivantes : la seconde est à la fois une année où les élèves sont encore non spécifiquement scientifiques⁵¹, ce qui laisse supposer une hétérogénéité plus importante qu'ensuite au sein d'une classe ou d'une classe à l'autre, et où les notions mathématiques abordées relèvent d'une certaine complexité.

La simple considération des programmes permet de constater que les mathématiques enseignées à partir du lycée commencent à ressembler (et cela s'accroît au fur et à mesure de la scolarité) aux mathématiques des « experts » (mathématiciens professionnels), tant en ce qui concerne les savoirs que les pratiques attendues.⁵²

Afin de pouvoir effectuer des comparaisons, ces huit séances sont le fait de seulement quatre enseignants (que j'appelle M, R, b et B) et n'abordent que l'introduction de deux notions.

Chaque enseignant travaille dans un établissement différent⁵³ sauf deux d'entre eux (b et B) qui de plus travaillent « en binôme ». Ils préparent, par exemple, leurs séances ensemble pour les classes observées, choisissent puis corrigent leurs contrôles ensemble. Les quatre enseignants sont expérimentés, l'enseignant R est formateur en IUFM⁵⁴.

Le fait de n'étudier que des introductions de notions est délibérément choisi : c'est un moment de contraintes fortes puisqu'il est explicitement attendu par l'institution

Il convient d'articuler la mise en place de situations assez riches, qui peuvent, selon les questions étudiées, servir de motivation, fournir des secteurs d'intervention, ou constituer le support même pour cette mise en place⁵⁵.

et un moment de relative liberté pour le professeur car il peut choisir de faire des révisions, des réactualisations, des "activités introductrices", voire même du cours.

Bien entendu, le choix d'une stratégie pour la mise en place des notions, de résultats et d'outils nouveaux ne saurait être uniforme : l'analyse des concepts à étudier et de leur ar-

⁵⁰ Première classe de la filière générale du lycée, les élèves y ont en général entre 15 et 16 ans.

⁵¹ Les spécialisations de la filière générale se faisant l'année suivante.

⁵² Voir bibliographie II, Robert 1998.

⁵³ Pour des raisons pratiques, tous les établissements se situent en région parisienne.

⁵⁴ Institut universitaire de formation des maîtres.

⁵⁵ Programmes de mathématiques de la classe de seconde 1989, « objectifs et capacités valables pour tout le programme ».

ticulation avec le champ des problèmes à résoudre, les acquis antérieurs des élèves, la simplicité, l'efficacité... sont autant de facteurs à prendre en compte⁵⁶.

Le professeur doit donc choisir une approche, un mode de présentation. J'ai étudié des séances d'introduction pour essayer d'élargir la variété des univers observés.

De même, d'après les hypothèses et les résultats décrits ci-dessus⁵⁷ on peut penser que sur deux notions ayant un statut différent le professeur ne pourra pas proposer le même travail aux élèves (c'est ce que suggèrent aussi les instructions ci-dessus). J'ai donc analysé chaque professeur sur deux notions distinctes de ce point de vue : la notion de vecteur et la notion de fonction.

Plus précisément, la séance observée sur les vecteurs est une séance introduisant à la multiplication d'un vecteur par un nombre réel. Le programme fait peu de commentaires, on trouve dans la partie « définissant les objectifs essentiels de ce chapitre [Calcul vectoriel] et donnant le cadre général d'étude des notions relatives à ce chapitre » :

Les vecteurs ont été introduits au collège (par direction, sens, longueur) ; on n'y reviendra pas et on conservera le même point de vue pour étudier les opérations sur les vecteurs (le programme de troisième ne comporte qu'une initiation à la somme). (...)

Et dans la partie « connaissance et savoir faire de base figurant au programme » :

Multiplication d'un vecteur par un nombre, représentation géométrique de $\lambda \vec{u}$.

Les commentaires portent sur les applications de cette notion, pas sur son introduction. La notion de multiplication d'un vecteur par un nombre ne peut être vue ici que comme *formalisatrice, unificatrice et généralisatrice*⁵⁸ (FUG). Même si la notation $2\vec{u}$ pour $\vec{u} + \vec{u}$ est naturelle et peut être vue comme une *extension*, une *réponse à un problème*, ou un simple *formalisme*, le passage de la multiplication par un nombre rationnel à la multiplication par un nombre réel a quant à lui le statut de notion FUG. On peut donc dire que même s'il est possible de faire travailler les élèves sur la multiplication par un nombre entier (ou rationnel) avant le cours, et ceci de plusieurs façons, la multiplication par un nombre réel ne peut être abordée ainsi. On a donc pour ces séances un choix nécessaire du professeur en ce qui concerne l'introduction de la notion puis la gestion de la difficulté à introduire une notion ayant le statut FUG.

⁵⁶ idem.

⁵⁷ Voir paragraphe "Les notions mathématiques du point de vue de la didactique." page 9.

⁵⁸ Les différents statuts des notions cités ici sont décrits dans "Les notions mathématiques du point de vue de la didactique." page 9.

La séance sur les fonctions traite de la partie du programme relative au vocabulaire descriptif des fonctions. Le programme insiste, tant dans les objectifs du chapitre que dans les commentaires, sur le fait que les situations dans lesquelles on introduit des fonctions doivent être variées :

On exploitera largement des situations issues de l'algèbre, de la géométrie, des sciences et techniques et de la vie économique et sociale (...) On exploitera des situations variées : tracés, graphiques, touches de la calculatrice, algorithmes de calcul, relations de dépendance issues de la géométrie, de la mécanique, des sciences physiques et biologiques, de la vie économique et sociale.

Le programme insiste aussi sur le fait qu'il ne s'agit que d'une introduction à la notion de fonction :

(...) Toutes les indications utiles étant fournies, pour que l'étude des fonctions s'en déduise simplement. (...) [Le programme] ne porte que sur l'étude d'exemples (...) on évitera tout exposé général sur les fonctions (...) on ne multipliera pas les exemples [complexes] (...)

À propos de l'introduction du vocabulaire :

Exemple de description d'une situation à l'aide d'une fonction (...) Parité, périodicité. Maximum, minimum d'une fonction. Fonctions croissantes, fonctions décroissantes.

Le programme rajoute encore :

Ces notions sont mises en place sur des exemples, les notions de taux de variation, de maximum local et de minimum local ne sont pas au programme.

Par ailleurs l'accent est mis sur le fait que l'on doit :

[combiner] les études qualitatives (croissance, allure des représentations graphiques...) avec des études quantitatives (majorations, recherche de maximums...).

Les séances envisagées portent donc sur des notions essentiellement formalisatrices. Le statut de la notion de fonction quant à elle dépend essentiellement du mode d'introduction choisi (numérique, graphique, algébrique...). Le niveau de conceptualisation est, pour cette partie du chapitre, moins important que pour les séances portant sur les vecteurs.

J'ai donc observé huit séances, quatre professeurs chacun sur deux chapitres.

A priori, les élèves, la classe, ou au moins les idées que le professeur se fait de ses élèves, de sa classe avaient été des variables repérées comme potentiellement importantes. En pratique, même si les classes sont visiblement hétérogènes, il n'a pas été mis au point une méthode de description de l'objet "classe" (j'en resterai à un point de vue naïf), par

ailleurs il était difficile d'observer chaque professeur dans plusieurs classes⁵⁹ sur chacune des notions choisies. Les professeurs ont été observés dans leur classe (ils n'ont en général qu'une classe de seconde), j'ai essayé d'avoir une idée, au moins naïve, de ses caractéristiques. Deux niveaux d'observation se complètent à ce propos : un niveau que l'on pourrait qualifier de sociologique (situation de l'établissement, statut de la classe dans l'établissement⁶⁰, âges des élèves, orientations en fin de l'année de seconde) et un niveau plus interne correspondant aux représentations de l'enseignant sur sa classe (déclare-t-il d'emblée que sa classe est plus faible, plus forte que les autres années⁶¹ ou "normale").

Les classes observées sont assez hétérogènes dans une frange que l'on pourrait qualifier de "non exceptionnelle". Les établissements dans lesquels les classes ont été observées ne sont en effet pas des établissements sensibles, ils ne sont pas classés en zone d'éducation prioritaire, ce ne sont pas non plus de grands établissements élitistes mais plutôt des établissements "de quartier", "normaux". Cinq classes sont observées : le professeur R est face à une classe d'un bon niveau, les professeurs b et B ont des classes "normales" et le professeur M est observé face à une classe "difficile" quand il enseigne les vecteurs et face à une "bonne" classe quand il enseigne les fonctions⁶².

Je vais préciser maintenant ce qu'ont été mes observations.

Il me faut tout d'abord signaler le fait que j'ai profité du travail d'une équipe de recherche de l'IUFM de Versailles dirigée par Aline Robert⁶³ pour cette partie pratique de mon travail. Les choix effectués ci-dessus l'ont été en collaboration avec Aline Robert, les parties pratiques et techniques ont été essentiellement assurées par l'équipe.

⁵⁹ Dont il aurait fallu qu'elles soient, par ailleurs, bien distinctes.

⁶⁰ Observation des options choisies par exemple.

⁶¹ C'est souvent en ces termes qu'il s'exprime.

⁶² Les guillemets signalent qu'il n'y a pas de classification théorique sous-jacente mais plutôt un vocabulaire descriptif ad hoc.

⁶³ L'équipe a été formée pour répondre à un appel d'offre lancé en 1995 par l'IUFM de Versailles pour les années 1996 et 1997. Elle comprenait une quinzaine de membres de statuts divers : un professeur de mathématiques, trois inspecteurs pédagogiques, huit formateurs professeurs associés (cinq de l'IUFM de Versailles, deux de celui de Paris et un de celui de Rouen) et deux chercheurs en didactique des mathématiques (Aline Robert la responsable de l'équipe et moi dont le sujet de thèse est proche de celui de l'appel d'offre). Suite aux travaux de cette équipe, plusieurs écrits ont été publiés. Voir bibliographie III, Hache et Robert 1998a et 1998b.

L'appel d'offre de l'IUFM de Versailles a été renouvelé en 1997 (pour l'année 1998) et en 1998 (pour les années 1999-2000), les travaux de l'équipe (légèrement modifiée) se sont prolongés en s'orientant notamment un peu plus vers la liaison entre pratiques du professeur et activités des élèves (Voir bibliographie III, Robert 1999a).

Un membre de l'équipe était responsable de chaque séance observée. Nous avons décidé, conformément aux idées dégagées ci-dessus⁶⁴ de recueillir les informations suivantes. La personne responsable était chargée de faire un portrait de la classe observée (établissement, niveau, particularités de la séance), de questionner le professeur avant (avancement du cours, intentions, objectifs, enjeux, méthodes) et après sa séance (impressions, adaptations, déceptions, commentaires), d'assister à la séance, de recueillir les énoncés étudiés, les références de manuels utilisés, et de rédiger un compte rendu pour l'équipe (appelé *document d'accompagnement*). Par ailleurs chaque séance était filmée par deux caméras vidéo, l'une suivant le professeur dans ses déplacements depuis le fond de la classe, et l'autre, généralement fixe, faisant face aux élèves. Rapidement, il est apparu nécessaire de retranscrire le discours du professeur et les interventions des élèves, la vidéo, d'une utilisation moins souple, servant de complément pour étudier le non verbal (déplacement du professeur, élèves au tableau, identification des élèves intervenants, mimiques et gestes).

La retranscription des discours, et le cas échéant, la vidéo et le document d'accompagnement, ont donc été mes sources d'informations sur les séances observées.

J'ai fait les hypothèses suivantes quant à la fiabilité des données recueillies.

Tout d'abord, les données recueillies ont été peu influencées par le fait que les séances considérées ont été "commandées" ; le professeur ne savait pas que le sujet de la recherche était centré sur ses pratiques et il était explicite que les vidéos ne seraient utilisées que dans le cadre de la recherche. Il est naturel de penser que le professeur aura particulièrement préparé cette séance, mais je suppose que ce n'est pas au point de dénaturer sa façon de travailler.

La seconde hypothèse sur ce thème peut sembler plus osée. Le fait de faire venir dans une classe un observateur, deux caméras (l'une visible en permanence par les élèves et l'autre par le professeur) et un (voire deux) cameraman⁶⁵ peut sembler très lourd et très perturbateur. Cependant, que ce soit de l'avis du responsable de la séance, du cameraman ou de celui du professeur même, le professeur, puis les élèves, oublient ces présences. Ce fait se retrouve aussi à l'image : si pendant les trois premières minutes il n'est pas rare que le professeur ou un élève regarde, visiblement gêné, un instant la camera, ce phénomène disparaît to-

⁶⁴ Paragraphe "D'un questionnement à une méthode d'analyse." page 24.

⁶⁵ Les vidéos étaient filmées par le service audiovisuel de l'IUFM de Saint-Germain ou de la médiapole de Marly-le-Roy. Pour une des séances, le cameraman suivant le professeur était secondé par une stagiaire chargée de gérer la camera élève.

talement très rapidement⁶⁶. J'ai donc supposé là aussi que les séances observées n'étaient pas perturbées par l'observation.

Dans cette partie de mise en place technique et de choix des séances observées, on peut noter quelques points négatifs. Les professeurs et les *responsables vidéo* avaient un rendez-vous, quelquefois il est arrivé que le jour fixé le professeur soit en avance sur son programme, sur les vecteurs, par exemple, la séance du professeur B est la seconde séance sur la multiplication des vecteurs par un scalaire. De même pendant les séances sur les fonctions, les professeurs b et B semblent plus avancés que les professeurs M et R : ils étudient une fonction alors que les autres travaillent le mot "fonction" (professeur R) ou sur le vocabulaire (le professeur M organise une séance autour des mots "image", "antécédent"). Le second point négatif dans le choix des séances concerne les classes ; il était prévu d'étudier plus systématiquement des classes plutôt "difficiles" et des classes plutôt "bonnes", mais la mise en place effective de ces observations c'est avérée trop complexe compte tenu des disponibilités et des possibilités de chacun⁶⁷.

J'ai décrit les huit séances observées ci-dessus afin de pouvoir en parler plus simplement dans les paragraphes qui vont suivre. Ces paragraphes décrivent les analyses qui ont été faites de ces séances. Le paragraphe II donne le contenu des premières analyses effectuées (analyses dites *globales*) et le paragraphe III précise ce que sont les analyses *locales*.

II Premières analyses.

Ces données étant recueillies, deux types d'analyses préliminaires ont été effectués.

La première, dénommée par la suite *ethnométhodologie*, a consisté à faire visionner à des acteurs du système (les membres de l'équipe de recherche : inspecteur, formateur, professeur) simultanément les deux vidéos de chaque séance. La consigne était d'observer ces séances de la même façon, dans la mesure du possible, que s'ils effectuaient une visite en classe dans l'exercice de leurs fonctions, cet exercice de style étant suivi d'un tour de table et d'un débat. L'ensemble avait pour but de percevoir, d'évaluer les visions du système sur les

⁶⁶ Une des séances se déroulait dans une salle si petite que deux élèves étaient assis au premier rang à un mètre de la camera, ces deux élèves auraient été visiblement plus concentrés, pendant toute l'heure, sans caméra mais le phénomène ne s'étendait pas aux autres élèves et n'apparaissait pas pendant les autres séances.

⁶⁷ Voir aussi page 33.

pratiques enseignantes et, par ailleurs, d'essayer de percevoir la "tâche attendue" du professeur par son institution. La seconde analyse, plus didactique, a consisté à étudier les scénarios proposés par les enseignants et à analyser a priori les énoncés proposés, afin de prendre possession des données obtenues.

Je vais présenter ici ces deux analyses et les résultats obtenus avant d'aborder les analyses de pratiques proprement dites (paragraphe III).

II 1- Évaluation des contraintes, tâche attendue : ethnométhodologie.

"Ethnométhodologie" est un terme et surtout une démarche empruntés à l'ethnologie⁶⁸. À l'origine, il s'agissait de révéler les pratiques professionnelles d'un métier (cheminot ou guichetier par exemple) en faisant observer (sur place ou de façon différée) à des acteurs d'un système une séquence de travail d'un de leur collègue et en étudiant les réactions des observateurs.

En ce qui nous concerne, chaque membre de l'équipe visionnait les deux vidéos correspondant à une séance (projetées simultanément sur deux écrans). Il était chargé de jouer son rôle institutionnel⁶⁹ (pour les inspecteurs et les formateurs) afin de décrire ce qu'il aurait dit, le cas échéant, au professeur lors d'une visite et ce qu'il pense de cette séance⁷⁰ ; cette simulation étant suivie d'un débat entre les observateurs.

Deux types de résultats ont été trouvés à la suite de ce travail. Le premier a trait au regard de l'institution sur les pratiques professionnelles des professeurs : qu'est-ce qui est observé ? qu'est-ce qui est retenu ? Le second est lié au résultat obtenu : que se dégage-t-il globalement de ses commentaires ? Y a-t-il une norme, un consensus sur ce qui est à faire ou non en classe ?

Je vais ici m'attarder sur les seconds résultats mais on peut d'ores et déjà dire que sur les deux points de vue il y a une uniformité des points observés et des avis émis. Deux incontournables sont mis en avant : comment le professeur domine-t-il le contenu mathématique qu'il enseigne ? A-t-il fait des erreurs ? Connaît-il les programmes ? et comment le professeur gère-t-il sa classe ? Les élèves se tiennent-ils ? Sont-ils sollicités ? Comment ? Ces deux points sont systématiquement analysés, sans qu'il n'y ait jamais eu concertation à ce sujet, et il y a toujours accord entre les observateurs. Par ailleurs il apparaît une grande finesse d'observation mais il n'y a pas de réelle régularité d'un observateur à l'autre, ni d'ailleurs de

⁶⁸ Voir bibliographie III, Coulon 1987 et 1993.

⁶⁹ En supposant que le fait d'assister à la séance de cette façon était assez proche d'une situation réelle.

désaccord marqué ; il n'est pas rare qu'un observateur émette un avis sur un point secondaire (à son avis) non abordé par les autres observateurs (attention du professeur aux élèves faibles, déplacements du professeur, gestion du tableau...).

Au sujet d'une éventuelle norme, il se dégage deux choses : les séances observées sont "normales", aucun des professeurs, malgré une hétérogénéité remarquée, n'aurait eu un commentaire ou une note globalement négative. La seconde idée qui se dégage nettement est la suivante : un professeur qui ne fait pas d'erreur mathématique et dont la classe "tourne" (deux critères d'observations ci-dessus) ne se verra reprocher que des « détails ». Il y a donc présence d'une norme institutionnelle.

II 2- Analyses globales des exercices, des scénarios.

Une autre des premières analyses effectuées a consisté en une analyse globale des séances observées, une analyse des préparations (analyse qui peut se faire en partie a priori à partir des énoncés proposés et du plan prévu par le professeur, auquel on a accès dans le document d'accompagnement), et une analyse globale du déroulement (plutôt a posteriori, à partir des transcriptions ou de l'observation de la vidéo). Elle permet de déterminer le scénario global de la séance, ce qui est "couvert" dans les exercices.

Ces analyses m'ont amené à découper chaque séance en épisodes homogènes quant à divers paramètres : objectifs du professeur, tâche prescrite et activités des élèves, activités du professeur... Ce sont ces épisodes qui seront mes "unités d'observation", ce sera sur chacun de ces épisodes que j'essayerai de caractériser l'univers proposé par le professeur par exemple.

Un épisode dure de 2 à 16 minutes (6 mn de moyenne pour les huit séances observées), les huit séances comportent de 6 à 12 épisodes. Il y a 69 épisodes au total, ce qui correspond donc à l'effectif de mes "unités d'observation".

Une fois cette première approche des séances et ce découpage en épisode effectués, les analyses plus locales pouvaient être mises en place. Je vais en décrire ici la méthodologie.

⁷⁰ Une description du dispositif est aussi disponible dans le cahier 28 p35.

III Méthodologie relative aux analyses locales.

La méthodologie des analyses locales sera décrite ici en trois parties : je vais décrire tout d'abord (III 1-) l'étude du discours, les outils mis en place puis j'exposerai la méthode d'analyse des tâches et activités du professeur et des élèves (III 2-). J'exposerai enfin la façon dont j'ai traité les données issues de ces deux analyses (III 3-). Les chapitres C et D exposeront les résultats de ces analyses.

Après avoir effectué les analyses préliminaires et globales décrites ci-dessus, j'ai donc travaillé plus localement sur les épisodes. Comme je l'ai expliqué dans le chapitre A⁷¹, j'ai effectué essentiellement deux analyses : une étude locale du discours et une étude des tâches / activités.

Je vais décrire ici précisément les méthodologies liées à ces deux études et les premiers résultats obtenus, je préciserai ensuite la méthode utilisée pour obtenir des résultats plus fins.

III 1- Étude du discours.

Ces analyses de discours ont été décrites dans différents écrits⁷². Je vais en redonner ici une justification et une description.

Je voudrais d'abord répondre à une question fréquemment posée à propos de ces analyses : pourquoi seul le discours du professeur est analysé, alors que celui des élèves n'est pas, ou peu, évoqué ? Il faut bien souligner que cette recherche porte sur les pratiques du professeur et donc que, nécessairement, les élèves et leurs interventions ne sont considérées, même si c'est, en soi, très réducteur, que comme des éléments du milieu dans lequel évolue le professeur. C'est un choix explicite et quasiment nécessaire pour pouvoir aborder cette problématique. Par ailleurs il faut souligner que les interventions orales spontanées d'élèves sont réellement exceptionnelles dans les huit séances observées, et que les interventions sollicitées par le professeur, même si elles sont plus nombreuses, ne permettent qu'une analyse quantitative : le fait qu'un élève prononce une phrase complète, ou développe une idée jusqu'au bout est, là aussi, extrêmement rare.

Conformément aux hypothèses théoriques développées dans le premier chapitre⁷³ le discours a été analysé selon trois grandes caractéristiques. Deux mesurent la variabi-

⁷¹ Voir le paragraphe "D'un questionnement à une méthode d'analyse." page 24.

⁷² Voir bibliographie III, Hache et Robert, 1998a et 1998b.

lité du discours du professeur (comme prenant part au potentiel d'ouverture didactique) : l'une sur le fond (*l'objet*⁷⁴ *du discours*) permet de préciser la contextualisation du discours et les liens que le professeur fait entre la situation contextualisée étudiée et les mathématiques décontextualisées, et l'autre sur la forme (*la teneur du discours*) décrit la distance entre le discours du professeur et ce que pourrait être un discours strictement mathématique (c'est à dire comme on le trouverait par exemple dans un texte écrit de mathématiques) et prend en compte aussi le mode du discours (interrogatif, affirmatif). La troisième catégorie (*la fonction du discours*) retrace les intentions du professeur quant à l'organisation des mathématiques sous-jacentes à son discours, quant au plan sur lequel il place son intervention, quant à la médiation choisie (informations, réflexions). La fonction et la teneur permettent aussi de recueillir des indices sur la dévolution aux élèves de ce dont parle le professeur.

Plusieurs étapes ont existé dans la conception de ces classifications. Le fait d'étudier l'objet, la teneur et la fonction, et ce que recouvrent ces trois caractéristiques a été mis en place théoriquement, et n'a pas été remis en cause par la suite. Des évolutions ont existé quant aux valeurs possibles de ces caractéristiques, quant à la précision requise pour cette recherche. Je vais préciser les valeurs possibles finalement retenues pour l'ensemble des discours analysés ainsi que (quand cela sera nécessaire) les questions qui se sont posées et les options abandonnées.

Globalement deux phénomènes tendent à limiter le nombre de valeurs possibles de chaque caractéristique. Un phénomène pratique tout d'abord : le fait d'atteindre un degré de précision élevé amène à créer des valeurs de plus en plus proches, et donc accroît la difficulté de classement et, par conséquent, diminue la *stabilité* de ce classement (deux personnes obtiennent plus difficilement le même classement, une même personne peut faire des choix différents d'une fois sur l'autre^{75, 76}). Un phénomène plus technique apparaît ensuite : le fait de multiplier les valeurs possibles de chaque caractéristique augmente notablement le nombre de configurations globales possibles (ainsi trois valeurs possibles pour chacune des trois caractéristiques produisent 27 états possibles, si on passe simplement à cinq valeurs pos-

⁷³ Voir par exemple les "Hypothèses sur l'apprentissage des élèves retenues dans ce travail et liées aux pratiques du professeur." page 19.

⁷⁴ Ce mot "objet" n'a bien sûr pas le même sens que celui de la dialectique outil / objet de Régine Douady évoqué ci-dessus par exemple dans le paragraphe "Les notions mathématiques du point de vue de la didactique." page 9.

⁷⁵ Le mot "stabilité" sera réemployé dans ce sens dans la suite du paragraphe.

⁷⁶ La stabilité des analyse a été analysée de diverse manière (épisodes codés plusieurs fois ou par deux personnes), ce fait ne sera que peu évoqué ici (les résultats étant concluants), quelques éléments peuvent être trouvés en annexe (par exemple dans l'annexe 6).

sibles par caractéristique on obtient 125 états possibles), il devient alors difficile d'appréhender les données recueillies, difficile d'effectuer des analyses statistiques exhaustives (tableaux croisés...) et peu sûr d'effectuer des analyses factorielles, la représentativité des données diminuant, pour un même corpus, avec la multiplication des variables. Ces considérations ont lourdement pesé dans le choix du nombre de valeurs de chaque caractéristique.

Je passe maintenant à la description des valeurs possibles.

a) L'OBJET DU DISCOURS.

Comment est décrit l'objet du discours ? Le but était ici de mesurer, au travers du discours du professeur, certaines dimensions du potentiel d'ouverture didactique proposé aux élèves. Le degré de contextualisation des mathématiques en question et le jeu entre mathématiques contextualisées et décontextualisées sont une des dimensions repérées du potentiel d'ouverture didactique de la notion⁷⁶.

L'objet du discours peut donc être *contextualisé*, *décontextualisé* ou porter sur le *lien*. Le discours est contextualisé quand il évoque des mathématiques très liées à la situation, à l'exercice présent (« nous avons donc montré que ces deux vecteurs sont colinéaires »), il est décontextualisé quand les mathématiques évoquées ont un degré de généralité plus grand et peu de lien avec la situation étudiée (« deux vecteurs orthogonaux ont un produit scalaire nul »), il porte sur le lien quand il évoque des mathématiques contextualisées pour illustrer un discours décontextualisé ou quand il fait appel à des mathématiques décontextualisées pour justifier, étayer un discours contextualisé (« d'après le théorème de Thalès, ces deux droites ne sont pas parallèles », « Rappelez-vous, nous avons utilisé cette propriété des parallélogrammes pour construire le point *A* tout à l'heure »), quand il y a une petite généralité mais que la situation étudiée est toujours présente.

La possibilité de distinguer deux types de liens, qui est naturelle a priori (l'un caractérisant les allusions à des mathématiques contextualisées dans un discours globalement décontextualisé, et l'autre la situation inverse), s'est avérée très difficile à mettre en

⁷⁶ La stabilité des analyse a été analysée de diverse manière (épisodes codés plusieurs fois ou par deux personnes), ce fait ne sera que peu évoqué ici (les résultats étant concluants), quelques éléments peuvent être trouvés en annexe (par exemple dans l'annexe 6).

⁷⁷ Voir "Hypothèses sur l'apprentissage des élèves retenues dans ce travail et liées aux pratiques du professeur." page 19.

oeuvre. Cette distinction n'a pas permis d'obtenir une stabilité suffisante, par exemple dans la situation suivante⁷⁸

Qu'est ce qu'il faut retenir ? C'est que d'abord... regarder le signe du nombre qu'on a à placer... Donc, si on reprend le premier, c'était trois virgule cinq $v [3,5\vec{v}]$... Donc, quand on a un nombre positif, on avait vu que les deux vecteurs étaient construits dans le même, heu, sens. Et quand on a un nombre négatif, les deux vecteurs sont de sens contraire.

Le discours peut être vu à la fois comme un bilan décontextualisé d'une phase d'exercice (« Qu'est-ce qu'il faut retenir ? ») et comme un discours décontextualisé s'appuyant un contextualisé vu précédemment (« on avait vu que »).

L'objet va donc nous permettre de savoir ce dont parle le professeur, quand il change d'objet de discours, si cela est fréquent, s'il évoque le cours pendant un moment de correction d'exercice, ou l'inverse ; autrement dit de savoir dans quelle dynamique décontextualisation / contextualisation il évolue et tente de faire évoluer les élèves.

⁷⁸ Fin du premier épisode de la séance du professeur B sur les vecteurs : le professeur fait un bilan, après quelques exemples construits avec les élèves, du rapport entre le signe de k et les sens respectifs de \vec{v} et de $k\vec{v}$.

Je vais donner, à titre d'exemple, le découpage du troisième épisode de la séance du professeur B sur les fonctions selon l'objet du discours⁷⁹ (ce même épisode est repris pour le découpage selon la teneur et la fonction du discours ci-dessous).

Légende :

Le texte est celui de la retranscription.

texte rayé	discours portant sur le lien.
<u>texte souligné</u>	discours décontextualisé.
texte	discours contextualisé.
<i>texte italique</i>	interventions d'élèves.

Le discours entre parenthèses n'a pas été codé. On trouve entre crochets des remarques ayant trait à la transcription.

Contexte :

La séance étudie la fonction $x \mapsto x^2$. Le premier épisode correspond au tracé de la courbe (précédé du remplissage d'un tableau de valeur) et le second épisode correspond, après constatation de la symétrie de la courbe, à l'étude analytique de cette symétrie. Pendant l'épisode ci-dessous le professeur essaye de voir avec les élèves quelles autres fonctions paires ils connaissent⁸⁰.

- Alors, est-ce qu'on a déjà rencontré...
- Ben oui.
- ~~...une, heu, une fonction qui était similaire ?~~
- [brouhaha]
- ~~On en a pas vu beaucoup de, des fonctions. Donc si vous sa... savez plus laquelle, c'est quand même un peu étonnant.~~
- Racine.
- Non.
- Racine.
- Raté.
- Boh, ben dit donc, hé. C'est Bertrand.
- Y'a un problème.
- Linéaire.

⁷⁹ Un découpage selon les trois dimensions de l'analyse du discours est disponible en annexe 5.

⁸⁰ On peut aussi se reporter au tableau récapitulant les différents épisodes des séances en annexe 1. Et à la présentation de la séance dans le compte rendu d'analyse, chapitre C page 85 et annexe 5.

- Non, ni racine, ni linéaire. Une fonction qu'on a rencontrée, heu, très récemment. Et qui admet $\{Oy\}$ comme axe... Enfin, c'est pas la fonction, mais sa représentation graphique... admet $\{Oy\}$ comme axe de symétrie.

- Ha ouais.

- La valeur absolue.

- La valeur absolue ! Donc, heu, ça va nous permettre, de, de répondre à la question 4, hein. Vous le notez ? Vous le notez ? Que la fonction carré et la fonction valeur absolue possèdent la même propriété.

- C'est très bon pour la santé. [!]

- Est-ce que vous vous souvenez, comment, on appelle une fonction, qui possède cette propriété ? On l'a vu déjà à l'occasion de la valeur absolue.

- Paire.

- Paire. On dit que ce sont des fonctions paires. (Timothé, vous l'avez noté ça ?)

- Non.

- Que la fonction carré et la fonction valeur absolue avaient, la même, heu, propriété. D'accord ? Cette propriété c'est la symétrie de, de la courbe par rapport à l'axe des ordonnées; et en ce cas on dit que les fonctions sont paires. Donc la fonction carré et la fonction valeur absolue sont des fonctions paires. On aura l'occasion d'en rencontrer d'autres. Donc leurs représentations graphiques sont symétriques par rapport à, à l'axe des ordonnées.

Et comment ça se traduit par le calcul ? D'où, d'où ça vient qu'en fin de compte on ait cette symétrie ? Qu'est-ce qui nous a permis de le constater ? Déjà pour la valeur absolue et maintenant pour le carré...

C'est que quand j'ai l'image de x , et quand j'ai l'image de $-x$, c'est-à-dire quand je considère l'ordonnée du point M et l'ordonnée du point N , qu'est-ce qu'on a constaté ?

- C'est pareil.

- C'est la même. Alors, c'est vrai pour le carré. x au carré c'est pareil que $-x$ au carré. Et c'est vrai pour la valeur absolue puisque valeur absolue de x c'est égal à ? Valeur absolue ?

- De $-x$. [Deux élèves]

- De $-x$. Donc chaque fois que vous rencontrerez une fonction, chaque fois que vous rencontrerez une fonction qui de x et de $-x$ donne la même image, et ben ce sera une fonction paire. Alors peut-être, que déjà vous avez des idées pour m'en donner d'autres qu'on n'a pas encore rencontrés... Et pour lesquelles on va avoir la même propriété. Là, j'ai mis x au carré égale $-x$ le tout au carré. Vous connaissez d'autres fonctions de ce type avec d'autres exposants, qui pourraient nous donner un résultat similaire ?

- Parallèle. Oui. La droite parallèle à la droite des abscisses.

- Alors, vous voulez une droite, parallèle... Ha oui, alors là évidemment ça marche aussi bien sûr. Si j'ai une droite parallèle à l'axe des abscisses, effectivement tous les points vont avoir la même, heu, ordonnée. Donc, heu, c'est vrai. C'est un cas, c'est un cas très simple. Mais donc on peut dire la fonction constante. Une fonction constante est paire. Bon mais un autre exemple un peu plus, compliqué quand même, parce que là c'est extrêmement, extrêmement simple comme fonction. Alors qu'est-ce que vous connaissez

comme fonction. Hein, vous pouvez deviner. Comme calcul qui, quand on prend un nombre et quand on prend son opposé donne le même résultat.

- [réponse inaudible]

- Heu, est-ce que je peux prendre la racine carrée d'un nombre et la racine carrée de son opposé ?

- Non.

- Non.

- Si je prends racine carrée de x , est-ce que je peux prendre racine carrée de $-x$?

- Non.

- Pourquoi ?

- [réponse inaudible]

- C'est vrai qu'une racine n'est pas négative mais c'est pas pour ça.

- Ha!

- Là c'est pas la racine qui nous intéresse, c'est ce qu'il y a en dessous. Ca s'appelle le radicant, puisque sous la racine...

- Le radicant.

- On ne peut pas prendre, on ne peut pas prendre la racine d'un nombre négatif. Or si je prends x et $-x$, il y en a forcément un des deux qui va être négatif, sauf dans un cas, c'est quand $x...$

- zéro

- ... égale zéro. Si x égale zéro, effectivement. Mais si x est différent de zéro, c'est pas possible, on pourra pas calculer ses deux valeurs. Donc la racine carrée ne peut pas ?...

Ne peut pas être une fonction paire. ~~Mais vous connaissez d'autres,~~ heu, d'autres fonctions que racine carrée ?

- Ouais.

- Ben vas-y maintenant.

- Bon, regardez la fonction qui suit, dans l'activité. C'est la fonction cube. Est-ce que vous pensez qu'elle va posséder la même propriété ?

- Non

- Alors, la fonction cube possède-t-elle ou non la même propriété ? Si j'ai x au cube, est-ce que c'est la même chose que $-x$ au cube ?

- Non.

- Non.

- Ben non.

- Non. Par exemple 2 au cube...

- Égale.

- ...n'est pas égale à -2 au cube, parce que ça $[2^3]$, ça fait 8 et là $[(-2)^3]$ ça fait ?

- -8.

- -8. Donc voyez que le cube n'est pas un exemple. Mais peut être que...

- Puissance quatre

- Voilà. Si je prends par contre $x...$ Donc en général, hein, en général x au cube n'est pas, égale à $-x$ au cube. Mais si je prends x exposant 4 et $-x$ exposant 4... là, c'est bon.

- D'exposant pair.

- Voilà. Donc pourquoi on emploie le mot "paire". Tous les exposants pairs vont donner une fonction paire.

- *Il l'a dit Raphaël.*

- Donc c'est pour ça que... (Ben s'il l'a dit il aurait du le dire plus fort parce que je l'ai pas entendu). Donc heu, toutes les fonctions, toutes les fonctions puissance avec un exposant pair donnent de même une fonction paire ; et d'où le mot "fonction paire".

- *On voit pas au tableau.*

- Alors exposant 4, exposant 10. D'accord ? On aura toujours une fonction paire. On en verra d'autres mais bon là c'est les exemples les plus faciles à trouver. Et on en rencontrera, heu, qui sont très différentes aussi.

~~Alors... Chuuuuuuut. On passe aux questions suivantes.~~

b) LA TENEUR DU DISCOURS.

Le potentiel d'ouverture didactique de la notion étudiée s'exprime aussi par la variation des formes que prennent les présentations proposées aux élèves. En ce qui concerne le discours du professeur, c'est la teneur du discours qui mesure, ici, cette dimension. Elle permet aussi de recueillir des éléments sur la dévolution possible aux élèves, par exemple simplement au travers du fait que le professeur pose ou non des questions.

La première dimension retenue, correspond à la distinction entre discours interrogatif et discours affirmatif. La seconde dimension concerne la distance du discours à ce que pourrait être un discours uniquement mathématique (de type écrit).

La teneur du discours peut avoir trois valeurs. On parlera de *discours direct* quand le discours du professeur est proche⁸¹ de celui d'un livre de mathématiques et de *discours indirect* quand le professeur utilise la langue courante, quand il se permet des écarts par rapport à un discours "mathématiquement correct". Une troisième catégorie a été introduite pour distinguer le *mode interrogatif*.

La distinction entre interrogatif direct et interrogatif indirect avait été décidée et mise en place après l'étude des séances sur les vecteurs⁸², tous les codages du discours des séances sur les fonctions ont distingué discours interrogatif direct et discours interrogatif indirect mais cette distinction n'a pas été retenue pour la rédaction de ce travail car la complication des résultats qui en résulte ne m'a pas semblé être justifiée par les renseignements apportés. En effet, la problématique quant aux questions du professeur a plus porté sur l'objet et la fonction de ces questions que sur leur forme.

La première définition de la teneur du discours reposait sur la notion de méta⁸³, cette définition a été abandonnée car la notion de méta était assez peu opérationnelle pour une analyse locale (quasiment au mot à mot), la définition ci-dessus (proche mais plus directement lié à la forme du discours) a donc été retenue.

⁸¹ Comme on le verra dans les exemples qui vont suivre, une tolérance de quelques mots est acceptée.

⁸² Voir bibliographie III, Hache et Robert, 1998a et 1998b.

⁸³ Voir bibliographie I, Robert et Robinet, 1996.

Je vais donner, à titre d'exemple, le découpage du troisième épisode de la séance du professeur B sur les fonctions selon la teneur du discours⁸⁴ (ce même épisode est repris pour le découpage selon l'objet du discours ci-dessus et la fonction du discours ci-dessous).

Contexte de l'épisode :

Voir page 43.

Légende :

Le texte est celui de la retranscription.

texte rayé	discours indirect
<u>texte souligné</u>	discours interrogatif
texte	discours direct
<i>texte italique</i>	interventions d'élèves

Le discours entre parenthèses n'a pas été codé. On trouve entre crochets des remarques ayant trait à la transcription.

- Alors, est-ce qu'on a déjà rencontré...
- *Ben oui.*
- ...une, heu, une fonction qui était similaire ?
- [*brouhaha*]
- ~~On en a pas vu beaucoup de, des fonctions. Donc si vous sa... savez plus laquelle, c'est quand même un peu étonnant.~~
- *Racine.*
- *Non.*
- *Racine.*
- *Raté.*
- *Boh, ben dit donc, hé. C'est Bertrand.*
- *Y'a un problème.*
- *Linéaire.*
- ~~Non, ni racine, ni linéaire. Une fonction qu'on a rencontrée, heu, très récemment.~~ Et qui admet [Oy) comme axe... Enfin, c'est pas la fonction, mais sa représentation graphique... admet [Oy) comme axe de symétrie.
- *Ha ouais.*
- *La valeur absolue.*

⁸⁴ Un découpage selon les trois dimensions de l'analyse du discours est disponible en annexe 5.

- La valeur absolue ! ~~Donc, heu, ça va nous permettre, de, de répondre à la question 4, hein. Vous le notez ? Vous le notez ?~~ Que la fonction carré et la fonction valeur absolue possèdent la même propriété.

- *C'est très bon pour la santé.* [!]

- Est-ce que vous vous souvenez, comment, on appelle une fonction, qui possède cette propriété ? On l'a vu déjà à l'occasion de la valeur absolue.

- *Paire.*

- Paire. On dit que ce sont des fonctions paires. (Timothé, vous l'avez noté ça ?)

- *Non.*

- Que la fonction carré et la fonction valeur absolue avaient, la même, heu, propriété. D'accord ? Cette propriété c'est la symétrie de, de la courbe par rapport à l'axe des ordonnées; et en ce cas on dit que les fonctions sont paires. Donc la fonction carré et la fonction valeur absolue sont des fonctions paires. ~~On aura l'occasion d'en rencontrer d'autres.~~ Donc leurs représentations graphiques sont symétriques par rapport à, à l'axe des ordonnées.

Et comment ça se traduit par le calcul ? D'où, d'où ça vient qu'en fin de compte on ait cette symétrie ? Qu'est-ce qui nous a permis de le constater ? Déjà pour la valeur absolue et maintenant pour le carré...

C'est que quand j'ai l'image de x , et quand j'ai l'image de $-x$, c'est-à-dire quand je considère l'ordonnée du point M et l'ordonnée du point N , qu'est-ce qu'on a constaté ?⁸⁵

- *C'est pareil.*

- C'est la même. Alors, c'est vrai pour le carré. x au carré c'est pareil que $-x$ au carré. Et c'est vrai pour la valeur absolue puisque valeur absolue de x c'est égal à ? Valeur absolue ?

- *De $-x$.* [Deux élèves]

- De $-x$. ~~Donc chaque fois que vous rencontrerez une fonction, chaque fois que vous rencontrerez une fonction qui de x et de $-x$ donne la même image, et ben ce sera une fonction paire. Alors peut être, que déjà vous a.. avez des idées pour m'en donner d'autres qu'on n'a pas encore rencontré... Et pour lesquelles on va avoir la même propriété. Là, j'ai mis x au carré égale $-x$ le tout au carré. Vous connaissez d'autres fonctions de ce type avec d'autres exposants, qui pourraient nous donner un résultat similaire ?~~

- *Parallèle. Oui. La droite parallèle à la droite des abscisses.*

- Alors, vous voulez une droite, parallèle... Ha oui, alors là évidemment ça marche aussi bien sûr. Si j'ai une droite parallèle à l'axe des abscisses, effectivement tous les points vont avoir la même, heu, ordonnée. Donc, heu, c'est vrai. C'est un cas, c'est un cas très simple. Mais donc on peut dire la fonction constante. Une fonction constante est paire.

Bon mais un autre exemple un peu plus, compliqué quand même, parce que là c'est extrêmement, extrêmement simple comme fonction. Alors qu'est-ce que vous connaissez comme fonction. Hein, vous pouvez deviner. Comme calcul qui, quand on prend un nombre et quand on prend son opposé donne le même résultat.

⁸⁵ Cette phrase a été codée pour la moitié de sa longueur en discours direct et pour l'autre moitié en discours interrogatif sans que soit réellement précisées les deux parties correspondantes.

- *[réponse inaudible]*
- Heu, est-ce que je peux prendre la racine carrée d'un nombre et la racine carrée de son opposé ?
- *Non.*
- *Non.*
- Si je prends racine carrée de x , est-ce que je peux prendre racine carrée de $-x$?
- *Non.*
- Pourquoi ?
- *[réponse inaudible]*
- ~~C'est vrai qu'une racine n'est pas négative mais c'est pas pour ça.~~
- *Ha!*
- ~~Là c'est pas la racine qui nous intéresse, c'est ce qu'il y a en dessous. Ca s'appelle le radicant, puisque sous la racine...~~
- *Le radicant.*
- On ne peut pas prendre, on ne peut pas prendre la racine d'un nombre négatif. Or si je prends x et $-x$, il y en a forcément un des deux qui va être négatif, sauf dans un cas, c'est quand $x...$
- *zéro*
- ... égale zéro. Si x égale zéro, effectivement. Mais si x est différent de zéro, c'est pas possible, on pourra pas calculer ses deux valeurs. Donc la racine carrée ne peut pas ?...
- Ne peut pas être une fonction paire. ~~Mais vous connaissez d'autres, heu, d'autres fonctions que racine carrée ?~~
- *Ouais.*
- *Ben vas-y maintenant.*
- Bon, regardez la fonction qui suit, dans l'activité. C'est la fonction cube. Est-ce que vous pensez qu'elle va posséder la même propriété ?
- *Non*
- Alors, la fonction cube possède-t-elle ou non la même propriété ? Si j'ai x au cube, est-ce que c'est la même chose que $-x$ au cube ?
- *Non.*
- *Non.*
- *Ben non.*
- *Non. Par exemple 2 au cube...*
- *Égale.*
- ...n'est pas égale à -2 au cube, parce que ça $[2^3]$, ça fait 8 et là $[(-2)^3]$ ça fait ?
- -8 .
- ~~-8 . Donc voyez que le cube n'est pas un exemple.~~ Mais peut être que...
- *Puissance quatre*
- Voilà. Si je prends par contre $x...$ Donc ~~en général, hein, en général~~ x au cube n'est pas, égale à $-x$ au cube. Mais si je prends x exposant 4 et $-x$ exposant 4... là, c'est bon.
- *D'exposant pair.*
- Voilà. Donc pourquoi on emploie le mot "paire". Tous les exposants pairs vont donner une fonction paire.

- Il l'a dit Raphaël.

- ~~Donc c'est pour ça que...~~ (Ben s'il l'a dit il aurait du le dire plus fort parce que je l'ai pas entendu). ~~Donc heu, toutes les fonctions, toutes les fonctions puissance avec un exposant pair donnent de même une fonction paire ; et d'où le mot "fonction paire".~~

- ~~On voit pas au tableau.~~

- Alors exposant 4, exposant 10. D'accord ? On aura toujours une fonction paire. ~~On en verra d'autres mais bon là c'est les exemples les plus faciles à trouver. Et on en rencontre-
ra, heu, qui sont très différentes aussi.~~

~~Alors... Chuuuuuuut. On passe aux questions suivantes.~~

c) LA FONCTION DU DISCOURS.

La fonction du discours a trait aux intentions du professeur : est-il en train simplement de transmettre une *information* sans commentaire, ou bien organise-t-il, propose-t-il une *structuration*, ou bien est-il en train d'*argumenter* ou de réfléchir à haute voix.

La fonction du discours est déterminée par rapport à trois grandes catégories de fonctions possibles (assez exhaustives) : l'*information* - qui correspond à donner des informations -, la *structuration* (sans justification) - qui correspond à organiser des informations et qui peut être conçue comme aide au suivi et à la mémorisation -, enfin les *argumentations* réflexions diverses (ouvertures) - qui sont des commentaires "intelligibles" des informations ou des aides à la compréhension (cf. ergonomie) -.⁸⁶

La fonction du discours permet donc d'évaluer une certaine variabilité du discours, mais aussi, sur le fond, de voir quand le professeur propose une organisation des mathématiques : une structuration ou une mise en relation (par exemple) et donc un enrichissement (par rapport à la tâche telle qu'elle est prescrite et aux activités telles qu'elles pourraient en découler) du potentiel d'ouverture didactique. La fonction du discours couplée aux autres dimensions du discours (et notamment la teneur) permet de savoir quelle part de son discours le professeur dévolue (ou tente de dévoluer) à ses élèves

C'est pour la fonction du discours que la précision des catégories a été la plus poussée⁸⁷. Ainsi, même si ces trois valeurs ont toujours été présentes, des tentatives de subdivisions ont été faites. Une des conclusions d'un premier travail (basé sur l'analyse statistique des discours de quatre des huit séances) quant aux prolongements possibles de la recherche était la proposition de préciser la fonction du discours.

Enfin, il faudra décider du niveau de détail significatif raisonnable où nous arrêter, pour raffiner nos axes (dimension "fonction" notamment).⁸⁸

En pratique, je ne distinguerai pas dans les analyses de ce travail les nuances d'information, de structuration et d'argumentation qui ont été mises en place pour le codage du discours. Il s'est en effet avéré a posteriori que ces subdivisions créaient une masse d'informations difficilement traitables.

Voici cependant les distinctions qui ont été mises en place lors du codage (et qui garde leur intérêt théorique même si elles n'ont trouvé ici de terrain d'application) :

⁸⁶ Voir bibliographie III, Hache et Robert, 1998a.

⁸⁷ Voir bibliographie III, Hache et Robert, 1998a. pp. 20 à 31.

⁸⁸ Voir bibliographie III, Hache et Robert, 1998b.

Parmi les informations :

- les informations brutes (énoncés).
- les résultats (sans commentaires).
- les évaluations et validations (sans commentaires).

Et des informations un peu "truquées", sans explication toujours : les informations données par le professeur qui joue à l'élève, ou qui dicte à l'élève au tableau ; les informations données de manière "ostentive" (par exemple, des transformations insidieuses des consignes données comme information, alors que tout un travail aurait pu être derrière).

Parmi les fonctions de structuration :

- les appréciations (sur la tâche : facile, connue, à faire rapidement...), les mises en garde, souvent porteuses de renseignement sur le contrat.
- les structurations (des contenus, notamment par des titres, ou du déroulement dans le temps), structuration de ce qui va être fait, ou de ce qui a été fait :
- les bilans et rappels.

Parmi les fonctions d'argumentation et de réflexion :

- les mises en relation et autres structurations indirectes (par rapport au passé immédiat, au passé plus lointain, au futur immédiat, au futur plus lointain), voire implicites. Ces interventions relèvent du méta (puisqu'elles enclenchent une réflexion sur ce qui se joue), tout en ayant un rôle de structuration. Pour la structuration implicite, je citerai le cahier 28⁸⁹ :

Ce sont presque des justifications de la décision de l'enseignant de continuer le cours, plus exactement l'enseignant signifie aux élèves qu'il en a assez dit, et qu'ils doivent être convaincus ; c'est une sorte d'argumentaire du déroulement interne du cours, qui le ponctue.

En réalité, un problème, un choix, une idée ou un argument... a été présenté par l'enseignant, éventuellement partiellement justifié (éventuellement de son point de vue exclusif, c'est à dire dans sa propre logique de pensée), éventuellement par un argument d'autorité, et l'enseignant ferme ensuite tout débat à ce sujet en faisant comme si c'était suffisant, comme si une discussion supplémentaire était, "évidemment", inutile. Il est à noter que le professeur peut se voir dans l'obligation de "tricher" ainsi, faute de temps, d'argument, ou bien parce qu'il sait qu'une discussion sur tel ou tel point n'apporterait rien de plus ou l'emmènerait trop loin...

Il y a là recours à un procédé de style, bien connu des journalistes : d'une proposition hypothétique, on fait la prémisse d'une implication, l'attention est alors (dé)portée sur

⁸⁹ Voir bibliographie III, Hache et Robert 1997a.

l'implication ou sur la seconde partie de l'implication, la première n'étant plus discuté. Waslawick⁹⁰ explique aussi ce type de procédé en citant le changement subtil qu'on introduit dans une discussion avec un enfant lorsque l'on passe du conflictuel "veux-tu te laver les dents ?" à la recherche de consensus, bien plus habile, qui décale l'attention de l'enfant en faisant comme si la prémisse était déjà acquise ; "tu préfères la brosse à dents rouge ou la verte pour te laver les dents ?".

On peut aussi se demander si les questions d'acquiescement ne sont pas souvent à placer dans cette rubrique, le professeur ne poserait alors une question (« d'accord ? ») que pour signifier que ce qui précède doit être clair pour tout le monde (cette démarche laisse théoriquement la possibilité aux élèves de dire non, en pratique sur plus de deux cent questions de ce type relevées nous n'avons observé aucune réponse orale, le professeur n'attend que rarement une éventuelle réponse pour continuer son discours, il jauge sans doute la réponse au comportement de sa classe...).

— les explications (ajout de quelque chose à un discours déjà tenu suite à une question), justifications, explicitations.

— les généralisations ou réflexions.

⁹⁰ Voir bibliographie IV, Waslawick 1980.

Je vais donner, à titre d'exemple, le découpage du troisième épisode de la séance du professeur B sur les fonctions selon la fonction du discours⁹¹ (ce même épisode est repris pour le découpage selon l'objet et la teneur du discours ci-dessus).

Contexte de l'épisode :

Voir page 43.

Légende :

Le texte est celui de la retranscription.

texte rayé	discours d'argumentation.
<u>texte souligné</u>	discours d'information.
texte	discours structuration.
<i>texte italique</i>	interventions d'élèves.

Le discours entre parenthèses n'a pas été codé. On trouve entre crochets des remarques ayant trait à la transcription.

- Alors, est-ce qu'on a déjà rencontré...
- *Ben oui.*
- ...une, heu, une fonction qui était similaire ?
- [*brouhaha*]
- On en a pas vu beaucoup de, des fonctions. Donc si vous sa... savez plus laquelle, c'est quand même un peu étonnant.
- *Racine.*
- *Non.*
- *Racine.*
- *Raté.*
- *Boh, ben dit donc, hé. C'est Bertrand.*
- *Y'a un problème.*
- *Linéaire.*
- Non, ni racine, ni linéaire. Une fonction qu'on a rencontrée, heu, très récemment. Et qui admet [Oy) comme axe... Enfin, c'est pas la fonction, mais sa représentation graphique... admet [Oy) comme axe de symétrie.
- *Ha ouais.*
- *La valeur absolue.*
- La valeur absolue ! Donc, heu, ça va nous permettre, de, de répondre à la question 4, hein. Vous le notez ? Vous le notez ? Que la fonction carré et la fonction valeur absolue possèdent la même propriété.

⁹¹ Un découpage selon les trois dimensions de l'analyse du discours est disponible en annexe 5.

- *C'est très bon pour la santé. [!]*
- Est-ce que vous vous souvenez, comment, on appelle une fonction, qui possède cette propriété ? On l'a vu déjà à l'occasion de la valeur absolue.
- *Paire.*
- Paire. On dit que ce sont des fonctions paires. (Timothé, vous l'avez noté ça ?)
- *Non.*
- Que la fonction carré et la fonction valeur absolue avaient, la même, heu, propriété. D'accord ? Cette propriété c'est la symétrie de, de la courbe par rapport à l'axe des ordonnées; et en ce cas on dit que les fonctions sont paires. Donc la fonction carré et la fonction valeur absolue sont des fonctions paires. On aura l'occasion d'en rencontrer d'autres. Donc leurs représentations graphiques sont symétriques par rapport à, à l'axe des ordonnées.
- Et comment ça se traduit par le calcul ? D'où, d'où ça vient qu'en fin de compte on ait cette symétrie ? Qu'est-ce qui nous a permis de le constater ? Déjà pour la valeur absolue et maintenant pour le carré...
- C'est que quand j'ai l'image de x , et quand j'ai l'image de $-x$, c'est-à-dire quand je considère l'ordonnée du point M et l'ordonnée du point N , qu'est-ce qu'on a constaté ?
- *C'est pareil.*
- C'est la même. Alors, c'est vrai pour le carré. x au carré c'est pareil que $-x$ au carré. Et c'est vrai pour la valeur absolue puisque valeur absolue de x c'est égal à ? Valeur absolue ?
- *De $-x$. [Deux élèves]*
- De $-x$. Donc chaque fois que vous rencontrerez une fonction, chaque fois que vous rencontrerez une fonction qui de x et de $-x$ donne la même image, et ben ce sera une fonction paire. Alors peut-être, que déjà vous a... avez des idées pour m'en donner d'autres qu'on n'a pas encore rencontré... Et pour lesquelles on va avoir la même propriété. Là, j'ai mis x au carré égale $-x$ le tout au carré. Vous connaissez d'autres fonctions de ce type avec d'autres exposants, qui pourraient nous donner un résultat similaire ?
- *Parallèle. Oui. La droite parallèle à la droite des abscisses.*
- Alors, vous voulez une droite, parallèle... Ha oui, alors là évidemment ça marche aussi bien sûr. Si j'ai une droite parallèle à l'axe des abscisses, effectivement tous les points vont avoir la même, heu, ordonnée. Donc, heu, c'est vrai. C'est un cas, c'est un cas très simple. Mais donc on peut dire la fonction constante. Une fonction constante est paire. Bon mais un autre exemple un peu plus, compliqué quand même, parce que là c'est extrêmement, extrêmement simple comme fonction. Alors qu'est-ce que vous connaissez comme fonction. Hein, vous pouvez deviner. Comme calcul qui, quand on prend un nombre et quand on prend son opposé donne le même résultat.
- *[réponse inaudible]*
- Heu, est-ce que je peux prendre la racine carrée d'un nombre et la racine carrée de son opposé ?
- *Non.*
- *Non.*
- Si je prends racine carrée de x , est-ce que je peux prendre racine carrée de $-x$?

- Non.
- Pourquoi ?
- [réponse inaudible]
- C'est vrai qu'une racine n'est pas négative mais c'est pas pour ça.
- Ha!
- Là c'est pas la racine qui nous intéresse, c'est ce qu'il y a en dessous. Ca s'appelle le radicant, puisque sous la racine...
- Le radicant.
- On ne peut pas prendre, on ne peut pas prendre la racine d'un nombre négatif. Or si je prends x et $-x$, il y en a forcément un des deux qui va être négatif, sauf dans un cas, c'est quand $x...$
- zéro
- ... égale zéro. Si x égale zéro, effectivement. Mais si x est différent de zéro, c'est pas possible, on pourra pas calculer ses deux valeurs. Donc la racine carrée ne peut pas ?...
- Ne peut pas être une fonction paire. Mais vous connaissez d'autres, heu, d'autres fonctions que racine carrée ?
- Ouais.
- Ben vas-y maintenant.
- Bon, regardez la fonction qui suit, dans l'activité. C'est la fonction cube. Est-ce que vous pensez qu'elle va posséder la même propriété ?
- Non
- Alors, la fonction cube possède-t-elle ou non la même propriété ? Si j'ai x au cube, est-ce que c'est la même chose que $-x$ au cube ?
- Non.
- Non.
- Ben non.
- Non. Par exemple 2 au cube...
- Égale.
- ... n'est pas égale à -2 au cube, parce que ça $[2^3]$, ça fait 8 et là $[(-2)^3]$ ça fait ?
- -8.
- -8. Donc voyez que le cube n'est pas un exemple. Mais peut être que...
- Puissance quatre
- Voilà. Si je prends par contre $x...$ Donc en général, hein, en général x au cube n'est pas, égale à $-x$ au cube. Mais si je prends x exposant 4 et $-x$ exposant 4... là, c'est bon.
- D'exposant pair.
- Voilà. Donc pourquoi on emploie le mot "paire". Tous les exposants pairs vont donner une fonction paire.
- Il l'a dit Raphaël.
- Donc c'est pour ça que... (Ben s'il l'a dit il aurait du le dire plus fort parce que je l'ai pas entendu). Donc heu, toutes les fonctions, toutes les fonctions puissance avec un exposant pair donnent de même une fonction paire ; et d'où le mot "fonction paire".
- On voit pas au tableau.

- Alors exposant 4, exposant 10. D'accord ? On aura toujours une fonction paire. On en verra d'autres mais bon là c'est les exemples les plus faciles à trouver. Et on en rencontrera, heu, qui sont très différentes aussi.

Alors... Chuuuuuut. On passe aux questions suivantes.

Afin de pouvoir quantifier ces analyses, le discours a été découpé en *phrases* (séquence continue de discours d'objet, de fonction et de teneur homogène) et chaque phrase a été affectée d'un coefficient appelé *longueur* correspondant au nombre de lignes de retranscription⁹² (approximation à une demi ligne près par excès, ce paragraphe à une longueur de 4,5 lignes par exemple).

Un épisode est décrit, en ce qui concerne son discours, par les proportions de longueur de discours correspondant aux 27 combinaisons possibles des trois caractéristiques de discours (pour plus de détail sur le codage on peut se reporter à l'annexe 5).

Il me faut indiquer ici que de nombreuses autres analyses de discours sont possibles, une étude des intonations ou du vocabulaire par exemple, qui est moins proche du champ didactique a priori, apporterait des informations complémentaires intéressantes. De même, le choix de décrire un épisode par les proportions globales de discours correspondant aux diverses combinaisons possibles des trois dimensions induit une perte d'information sur la chronologie au sein de l'épisode. Ce choix, comme celui de limiter le nombre de teneurs et de fonctions possibles, a été fait essentiellement dans le but de limiter la complexité (quantitative et qualitative) des données obtenues et, ainsi, de rendre possibles les analyses de ces données.

Tel qu'il est décrit ici le codage du discours du professeur est une tâche ardue et délicate, les données obtenues sont complexes. J'ai choisi d'en rester là. D'autres travaux pourront compléter cette recherche.

L'analyse du discours (et notamment celle présentée ici) permet de cerner une certaine part des pratiques du professeur mais des zones d'ombre subsistent. Afin de prendre en compte plus de paramètres, de mieux évaluer les paramètres ci-dessus⁹³ j'ai mis en place une analyse de tâches et d'activités.

⁹² Les paramètres typographiques étant fixés.

⁹³ Potentiel d'ouverture didactique, échanges, dévolution... "Hypothèses sur l'apprentissage des élèves retenues dans ce travail et liées aux pratiques du professeur." Page 19.

III 2- Étude des tâches / activités.

Est apparue rapidement, en effet, la nécessité de pouvoir caractériser précisément les *tâches* et *activités*⁹⁴ observées dans les épisodes. En fait, les simples analyses a priori associées à une description des scénarios, telles qu'elles ont été faites, par exemple, pour permettre le découpage en épisodes, ne se sont pas révélées être suffisamment explicites et précises pour permettre des classifications ou pour éliminer les risques de subjectivité.

Le but poursuivi était de dresser un portrait de chaque épisode aussi exhaustif que possible du point de vue didactique (compte tenu de la problématique élaborée⁹⁵). L'analyse des tâches et des activités a pris la forme d'une liste de paramètres dont j'étudie les valeurs pour chaque épisode.

L'utilisation de certains paramètres de description allait de soi (on peut, par exemple, trouver une première version de grille d'analyses de tâche et d'activité dans le cahier 28⁹⁶), la problématique particulière élaborée ici suppose en effet de s'intéresser dans les pratiques du professeur aux éléments dont on fait l'hypothèse, en didactique des mathématiques, qu'ils vont avoir de l'effet sur l'activité et l'apprentissage des élèves (ouverture de l'énoncé, notion abordée...), de nombreux paramètres descriptifs sont donc issus d'autres travaux didactiques.

D'autres paramètres ont été ajoutés ensuite selon le critère suivant : la connaissance pour un épisode donné de la valeur des paramètres choisis devait permettre à elle seule une reconstitution du contexte, des enjeux, des possibles et du déroulement de l'épisode. Ce critère est bien sûr subjectif, ceci expliquerait d'éventuels oublis.

Enfin, il faut noter que parmi ces paramètres certains correspondent à des variables didactiques bien connues et d'autres sont présents à la fois comme éléments de description (supposés pertinents) de l'épisode et comme objets d'étude (évaluation de cette pertinence). Je me suis demandé, par exemple, si, et en quoi, la proximité de la fin de l'heure modifie les pratiques du professeur ; j'ai donc ajouté un paramètre correspondant au temps restant jusqu'à la fin de l'heure.

⁹⁴ Dans tout ce paragraphe ces deux mots renvoient au vocabulaire proposé par J. Leplat. Voir paragraphe "Études des pratiques." page 17 et bibliographie III, Leplat 1997.

⁹⁵ Présentée dans le premier chapitre.

⁹⁶ Voir bibliographie III, Hache et Robert, 1998a.

Avant de décrire précisément les paramètres sélectionnés, il me semble important tout d'abord de justifier le point de vue consistant à ne pas séparer (au moins dans un premier temps) l'étude des tâches de l'étude des activités.

Même si la séparation n'est jamais aussi marquée, si mon point de vue avait été d'étudier les exercices donnés (*analyses a priori* par exemple), ou le scénario proposé, ou de mettre en place une ingénierie, j'aurais axé mon étude essentiellement sur l'analyse de tâche, si mon travail avait été centré sur l'apprentissage des élèves, leur réactions face à un énoncé (représentation, théorèmes en actes) une analyse de leur activité aurait ensuite été nécessaire. Ici, j'observe les pratiques effectives du professeur, ces pratiques peuvent l'amener à modifier un énoncé ou bien à se redéfinir une tâche en fonction de ce qu'il perçoit de l'activité de ses élèves par exemple, il n'est donc pas possible d'étudier séparément élèves et professeur, tâches et activités.

Il serait tout à fait possible cependant de ne retenir qu'une partie des paramètres que j'ai choisis pour étudier, par exemple, plus spécifiquement la tâche attendue des élèves. Aline Robert parlait de ce principe dans sa conférence à la 9^{ème} école d'été de didactique des mathématiques pour décrire cette analyse de tâche / activité en regroupant les paramètres considérés en grands groupes appelés « kit ».

Bien entendu les analyses de tâches diffèrent selon le projet de celui qui les fait (...). Nous donnons ici des généralités à adapter à chaque fois (...) selon les objectifs, on conserve tel ou tel kit et on l'adapte. (...)

Finalement, (...) nous proposons 6 kits d'analyses des tâches, le premier ("place dans l'espace mathématique") étant presque indispensable à chaque fois. (...)

Voici nos kits : place dans l'enseignement mathématique des possibles, place dans le scénario didactique proposé, description des activités des élèves a priori, analyse des attentes de l'enseignant, description de la gestion effective en classe posteriori, activités effectives des élèves a posteriori.

Je ne vais pas décrire les analyses selon ce découpage ici, mais les paramètres sous-jacents ont peu évolué depuis.

J'ai étudié, pour chaque épisode, les tâches / activités en évaluant une soixantaine de paramètres (62 exactement). Je vais organiser leur description en quatre parties :

- a) description du contexte mathématique de l'épisode, c'est à dire du statut de la notion étudiée, du niveau de conceptualisation considéré...

- b) paramètres liés au déroulement (durée, enchaînement des épisodes, place dans la séance...),
- c) analyse de la tâche prescrite (ouverture, habillage...),
- d) analyse de la tâche que le professeur se définit, de son activité, de la tâche attendue des élèves, de leur activité.

On trouvera en annexe 4 un tableau récapitulatif détaillé des différents paramètres étudiés, et de leurs valeurs possibles. On trouvera aussi en annexe⁹⁷ le codage détaillé des tâches et activités d'un épisode (et donc un exemple d'utilisation des paramètres décrits ci-dessous) et les données relatives aux tâches et activités de tous les épisodes.

Je donnerai ensuite le mode d'exploitation de ces mesures dans le but que je me suis fixé.

a) CONTEXTE MATHÉMATIQUE DE L'ÉPISODE.

Ces paramètres permettent d'évaluer les contraintes didactiques liées à la notion mathématique : ils reprennent les idées développées dans le paragraphe "Les notions mathématiques du point de vue de la didactique." (page 9).

- Notion étudiée explicitement : somme de vecteur, tableau de variation...
- Statut de la notion à enseigner : *formalisatrice*, *unificatrice et généralisatrice* (FUG), ou *réponse à un problème* (RAP), ou *extension*, ou simplement *formalisatrice*.
- Niveau de conceptualisation : il s'agit d'étudier au niveau donné, ici la seconde, l'avancement de la conceptualisation, en pratique ce paramètre mesure si l'épisode considéré se place ou non à un niveau de conceptualisation correspondant à la classe de seconde.
- Degré de nouveauté (évalué de 1 à 3).
- Type de problème abordé : étude de configuration (parallélisme, orthogonalité, concurrence, cocyclicité, mesures, alignements...), lieu, optimisation, construction, transformation, calcul de valeur, manipulation algébrique, réflexion...
- Caractère outil ou objet de la notion abordée.
- Cadre principal : géométrie affine, géométrie analytique, algorithmique, étude de fonction... et existence de plusieurs cadres ou non.
- Registre principal : graphique, littéral, plusieurs registres...

⁹⁷ Voir annexe 5 et 6.

Ces paramètres permettent donc d'évaluer le contexte mathématique de l'épisode, ils donnent un premier aperçu de ce qu'est le potentiel d'ouverture didactique de la notion proposée aux élèves.

b) DÉROULEMENT, CHRONOLOGIE.

Ces paramètres descriptifs peuvent avoir une influence sur les pratiques du professeur, je les ai donc pris en compte pour en tester l'importance.

- Place du cours dans l'année : 1^{er}, 2^{ème} ou 3^{ème} trimestre.
- Place de la séance dans le cours : préliminaire (révisions), introduction (se rapprochant d'une activité introductive), cours (annoncés comme tels ou non⁹⁸) ou après le cours (travaux pratiques, exercices...).
- Place de l'épisode dans la séance : temps restant en début d'épisode jusqu'à la fin de la séance (rapporté à la durée de la séance).
- Durée de l'épisode.
- Enchaînement entre les épisodes : exercice isolé, dans une suite d'exercices, dans un problème.

c) ANALYSE DE LA TÂCHE PRESCRITE.

L'énoncé est écrit ou dicté puis souvent reformulé et donc modifié. Je tiens compte de la version sur laquelle les élèves travaillent. S'il y a une dénaturation importante ou continue de la tâche prescrite, deux paramètres le signalent : "le professeur ferme", "le professeur triche"⁹⁹ (description ci-dessous et dans le paragraphe d)).

Quelques paramètres déjà cités ci-dessus entrent dans cette description : contexte mathématique, enchaînement des exercices...

Au niveau de la résolution mathématique, on peut repérer quelques paramètres :

- Énoncé décontextualisé ou non : étudie-t-on un cas général ou un cas particulier ?
- Outils mathématiques nécessaires : théorème, définition, propriété, analogie, construction...
- "Raisonnement" possible : analyse - synthèse, calcul numérique, production d'un contre exemple, raisonnement direct contextualisé (un argument isolé et très lié à la situation), lo-

⁹⁸ Pour les épisodes classés comme cours, l'analyse des tâches et activités n'a été faite que partiellement, voir annexe 6.

⁹⁹ Cette appellation ne doit pas laisser penser que l'on est face à des pratiques condamnables : elles peuvent être indispensables et positives. Voir aussi p. 53 (structuration implicite et "triche" dans le discours du professeur).

gique (enchaînement structuré d'arguments, je distingue deux cas particuliers : démonstration par l'absurde et récurrence).

- Production demandée : graphique, tableau, construction, démonstration, réponse à un QCM, vrai / faux, calcul numérique, interprétation, réflexion, lecture d'un dessin, d'un graphe, citation d'un exemple ou d'un contre exemple, écriture... ou bien même pas de production.
- Y a-t-il un habillage¹⁰⁰ ?

Un certain nombre de paramètres peuvent être vus comme évaluant le potentiel d'ouverture didactique de l'énoncé, la variabilité, la déstabilisation :

- Y a-t-il plusieurs méthodes de résolution et l'élève a-t-il le choix ? De même, a-t-il le choix de(s) l'outil(s) à utiliser (théorème, propriété...), du cadre dans lequel se placer, du registre avec lequel travailler, du(des) point(s) de vue à prendre...
- Les questions sont-elles ouvertes ou non ?
- Globalement quelle est l'initiative laissée à l'élève (3 niveaux : grande liberté, quelques initiatives possibles et très fermé) ?
- L'exercice est-il répétitif, combien de fois apparaît une même question ?
- Y a-t-il quelque chose à reconnaître, à conjecturer, à interpréter, faut-il adapter (transformer, sélectionner, y a-t-il perte d'information), faut-il mettre en relation avec autre chose (analogie, lien), y a-t-il un intermédiaire à introduire (notation...) ?
- Enfin, j'évalue aussi la nouveauté de la question et de la situation (est-ce une question, une situation inédite ?) ainsi que le niveau de mise en fonctionnement de la notion¹⁰¹ : niveau technique, niveau mobilisable ou niveau disponible.

Ces paramètres correspondent approximativement aux éléments d'une analyse a priori classique d'énoncés.

**d) ANALYSE DE LA TÂCHE QUE LE PROFESSEUR SE DÉFINIT,
DE SON ACTIVITÉ, DE LA TÂCHE ATTENDUE POUR LES ÉLÈVES, DE LEURS ACTIVITÉS.**

Il s'agit bien sûr seulement de ce que je retiens de ces tâches et activités.

¹⁰⁰ L'habillage est la création d'une situation ad hoc problématique menant à la résolution d'une question mathématique (les problèmes de robinets, de trains qui se croisent sont des exemples bien connus).

¹⁰¹ Voir "Les notions mathématiques du point de vue de la didactique." page 9.

Ces différentes tâches et activités sont en interaction permanentes. Je vais présenter les paramètres retenus permettant leur description en les regroupant par thème (certains paramètres permettent un éclairage sur plusieurs thèmes).

- Ce que le professeur veut faire : mettre en garde, introduire, familiariser, quel est l'enjeu annoncé de l'apprentissage (méthode, savoir, technique) ? Les justifications sont-elles abordées ?

Ce que le professeur veut faire faire : s'agit-il de réviser, de réactualiser ? Quelle est la difficulté estimée par le professeur ? A-t-il des exigences particulières (gestion du débat, prise de parole, vocabulaire, cours su, travail fait...) ? Qui donne les justifications (le professeur, les élèves seuls, l'un aidant les autres) ? Qui écrit au tableau (un élève, le professeur, personne) ?

- Activité du professeur : quel est son débit de parole (longueur du discours¹⁰² rapportée au temps de l'épisode) ? Passe-t-il dans les rangs ? Le professeur ferme-t-il les questions, "triche"-t-il (passage rapide sur des points délicats, réponse à un élève sur une autre question que celle qu'il a posée, choix d'une réponse parmi d'autres et oublis des autres...¹⁰³) ? Qui donne les justifications, qui écrit au tableau ?

- Paramètres pouvant permettre de cerner (ce que nous retenons de) la tâche attendue des élèves, leurs activités : l'épisode a-t-il été préparé à la maison ? Existe-t-il un temps de recherche (ou au moins de dévolution) pour les élèves ? Comment est organisée cette recherche (individuelle, travail en groupe, dialogue avec la classe...) ? Qui écrit au tableau ? Le professeur passe-t-il dans les rangs, a-t-il des exigences particulières ? Comment est gérée la correction (magistrale, dialoguée) ? Les justifications sont-elles abordées ? Par qui ? L'exercice est-il répétitif ? Quelle est la production demandée ?

On peut se demander aussi de quels moyens de contrôle disposent les élèves travaillant seuls : vérification numérique, cohérence partielle (avec des résultats précédents), ordre de grandeur (visuel, perceptif), contrat, exemple et contre exemple... ou bien aucun moyen de contrôle.

- Traces d'échanges : mode d'interrogation des élèves (global, nominatif ou les deux), y a-t-il d'autres élèves que ceux sollicités qui interviennent ? Les élèves expriment-ils de "simples" résultats ou plus ?

¹⁰² Voir la description des analyses de discours page 39.

¹⁰³ Voir la description des analyses de discours page 53.

J'ai donc présenté ici une liste organisée des paramètres considérés qui m'ont permis de prendre en compte les tâches et activités dans ce travail (une liste plus technique et pratique figure en annexe¹⁰⁴). Ces 62 points de mesure donnent une image assez nette des enjeux et du déroulement de la séance ou des épisodes. On le verra dans le chapitre suivant. Je vais préciser maintenant les choix faits pour pouvoir appréhender ces 62 paramètres (ainsi que les 27 paramètres quantitatifs correspondant aux analyses de discours) globalement dans leur ensemble.

III 3- Quelles comparaisons ? Comment appréhender ces données.

Je dispose donc pour chaque épisode d'analyses globales préliminaires (ethnométhodologie et analyses didactiques globales), d'analyses du discours du professeur et d'analyses des tâches et activités (ces deux dernières ont été appelées analyses locales).

Les résultats des analyses locales sont quantitatifs pour l'analyse du discours et en grande partie qualitatifs pour l'analyse des tâches et des activités.

Pour les deux types analyses, les données se présentent pour chaque épisode (il y a 69 épisodes) en une série de valeurs de paramètres en nombres importants : 27 paramètres quantitatifs pour l'analyse de discours et 62 paramètres en grande partie qualitatifs pour les analyses de tâches et d'activités (chacun ayant plusieurs valeurs possibles).

Une étude directe de ces données n'est pas pertinente (voire impossible) : dépasser l'anecdotique est difficile face à cette somme d'informations, que ce soit pour essayer de résumer la description d'un épisode ou, pire, pour en comparer plusieurs. Un découpage de ces données n'est pas souhaitable non plus puisque c'est une prise en compte simultanée de ces paramètres dans leur ensemble qui est nécessaire. Plusieurs types d'analyses sont alors possibles : des analyses de type statistiques (tableaux croisés, probabilités conditionnelles...), des analyses de types analyses de données (analyses factorielles, implicatives¹⁰⁵...).

J'ai choisi, après divers essais, d'effectuer des analyses factorielles.

Les analyses de type *statistiques* permettent des descriptions synthétiques des données ; les choix concernant la réduction de l'information sont en grande partie à la charge de l'utilisateur, ce qui présente des avantages et des inconvénients. Les résultats sont plus facilement accessibles et répondent plus directement aux questions posées. Ma problé-

¹⁰⁴ Annexe 4.

¹⁰⁵ Voir bibliographie V, Gras, 1996.

matique n'a pas réellement dégagé de question à poser a priori à mes données, il s'agit plutôt d'évaluer une variabilité, de dégager des typologies, de trouver une structure aux données. Il est alors difficile d'utiliser des méthodes statistiques. Difficile et dangereux : en effet, le fait de voir les analyses sous forme de questions (du chercheur) / réponses (des données statistiques) laisse une grande part à la subjectivité car le choix des questions n'est jamais neutre.

Les analyses de type *analyses de données* repoussent plus loin la subjectivité de l'utilisateur, qui bien sûr sera toujours présente (ne serait-ce que parce qu'elle est présente dans tous les choix qui précèdent l'analyse des données : problématique, recueil et éventuellement codage des données par exemple). Chaque méthode selon ses critères organise, structure les données (c'est à dire ici les épisodes entre eux ou les paramètres entre eux) pour les regrouper, proposer des rapprochements... Les phénomènes dégagés sont par ailleurs ordonnés selon certains critères (explicités) d'importance.

Pour dégager ces structures les mathématiciens statisticiens utilisent deux principales méthodes d'analyse (...) :

- * L'*analyse factorielle*, basée sur la notion de produit scalaire [distance euclidienne] et conduisant à une représentation géométrique de la structure,

- * l'*analyse classificatoire*, basée sur les notions de ressemblance - dissemblance [indices de similarités], et conduisant en particulier à des partitions ou des hiérarchies.¹⁰⁶

L'*analyse implicative* est un prolongement des analyses classificatoires simples. Je lui ai préféré l'analyse factorielle car celle-ci permet de relier plus directement la structure obtenue pour les épisodes à celle obtenue pour les paramètres. L'analyse implicative permet une structuration fine des épisodes, ou des groupes d'épisodes mais ne donne pas explicitement les relations entre groupes d'épisodes et groupes de paramètres (on ne sait pas si c'est parce qu'ils ont tel ou tel paramètre ou groupe de paramètres en commun que deux épisodes sont proches). De même pour la structuration des paramètres (deux paramètres s'opposant globalement peuvent être concordants ponctuellement pour certains épisodes, par exemple).

Les *analyses factorielles* permettent en effet de relier la structure des épisodes à celle des paramètres. Elles ont l'inconvénient de se laisser polluer par d'éventuelles structurations fortes : si une opposition importante existe au sein des données, l'analyse factorielle ne pourra montrer que cette opposition, le reste des résultats devenant non significatifs ; une réorganisation des données et une nouvelle analyse sont alors nécessaires pour faire apparaître les autres structures (que l'analyse implicative donne en général directement).

¹⁰⁶ Voir bibliographie V, Gras, 1996. Page 23.

Je propose en annexe 2 un résumé technique des principes théoriques et pratiques concernant les analyses factorielles.

Le chapitre suivant (Chapitre C) aura pour but de décrire les résultats des analyses factorielles effectuées : structuration des épisodes ou des groupes d'épisodes (épisodes d'une séance, épisodes d'un professeur, épisodes portant sur une notion), des paramètres ou des groupes de paramètres.

L'utilisation de ces analyses sera abordée dans le chapitre D afin de répondre à la problématique de ce travail.

CHAPITRE C

COMPTES RENDUS D'ANALYSES.

Plan du chapitre :

<i>I Présentations des comptes rendus d'analyses.</i>	71
I 1- Contenu des comptes rendus d'analyses.	71
a) Présentation d'une séance : découpage en épisode.	72
b) Les études des analyses de données relatives au codage des tâches.	72
c) Les études des analyses de données relatives au codage des discours.	74
d) Remarques, mises en garde à propos des études d'analyses de données présentées ci-dessus.	75
e) Dernières parties d'un compte rendu : comparaison des deux études.	76
I 2- Plan des II et III.	76
<i>II Compte rendus de séances.</i>	78
II 1- Séance du professeur b sur les fonctions.	78
II 2- Séance du professeur B sur les fonctions.	85
II 3- Séance du professeur M sur les fonctions.	91
II 4- Séance du professeur R sur les fonctions.	98
II 5- Séance du professeur b sur les vecteurs.	104
II 6- Séance du professeur B sur les vecteurs.	114
II 7- Séance du professeur M sur les vecteurs.	120
II 8- Séance du professeur R sur les vecteurs.	128
II 9- Petit pas de côté.	134
<i>III Premières comparaisons entre séances.</i>	134
III 1- Séances d'un même professeur.	134
a) Professeur b.	134
b) Professeur B.	143
c) Professeur M.	152
d) Professeur R.	160
e) Bilan.	167
III 2- Séances sur une même notion.	168
a) Séances sur les fonctions.	168
b) Séances sur les vecteurs.	176
III 3- Étude regroupant les données des huit séances.	183
<i>IV Conclusion.</i>	183

Le but de ce travail est d'évaluer une diversité des univers mathématiques proposés par un professeur à ses élèves et de mettre à jour des variables importantes entrant dans leur composition. Pour ce faire j'ai décidé d'observer huit séances de quatre professeurs à propos de l'introduction de deux notions bien distinctes (a priori) et de les étudier selon plusieurs points de vue : un point de vue global tout d'abord (ethnométhodologie, étude de scénarios, analyse a priori...) m'a permis de découper les séances en épisodes, un point de vue plus local consiste en une étude par épisode du discours du professeur et des tâches et activités. Ces deux études locales produisent, de par la méthode adoptée, des données numériques volumineuses que j'ai structurées dans un premier temps en effectuant des analyses factorielles¹⁰⁷.

Les résultats de cette recherche seront présentés en deux parties : une première partie, correspondant au présent chapitre, décrira les résultats obtenus avec les analyses factorielles (structuration de chaque séance quant au discours du professeur ou aux tâches et activités, comparaison des deux points de vue, comparaisons de séances...) ; une seconde partie, correspondant au chapitre D, abordera plus spécifiquement les interprétations de ces résultats concernant la problématique mise en place dans le premier chapitre.

Un des principaux objectifs du présent chapitre est de préparer les réflexions du chapitre suivant en développant un ensemble de résultats, de constatations, de comparaisons et de nouvelles questions. Mais mon but est aussi d'étudier les choix méthodologiques effectués : dans quelle mesure les résultats obtenus sont-ils complets, sont-ils fiables, sont-ils stables ; la méthode d'analyse a-t-elle un intérêt en soi ?

I Présentations des comptes rendus d'analyses.

Je vais présenter, dans un premier temps pour chaque séance, les résultats des analyses factorielles sous forme de *compte rendu*. Ce paragraphe a pour but de présenter le contenu d'un compte rendu. J'y préciserai aussi les comptes rendus qui seront exposés.

I 1- Contenu des comptes rendus d'analyses.

Chaque compte rendu comporte quatre ou cinq parties distinctes : une étude de(s) l'analyse(s) de données correspondant aux codages des tâches et activités, une étude de(s) analyse(s) de donnée(s) correspondant au codage du discours, une comparaison des conclusions de ces deux études et un bilan tirant une conclusion de l'ensemble ; les comptes rendus concernant une seule séance comportent en plus, en première partie, une présentation des

¹⁰⁷ Rappel : je propose en annexe 2 un résumé technique des principes théoriques et pratiques concernant les (.../...)

résultats de l'étude globale de la séance (extraits du documents d'accompagnement, description du scénarios, découpage en épisodes...).

a) PRÉSENTATION D'UNE SÉANCE : DÉCOUPAGE EN ÉPISODES.

Dans un premier temps, avant de présenter les études des résultats des diverses analyses factorielles concernant une séance, je présente la séance dans son contexte (classe, notions abordées, période de l'année, cours précédents...) et je donne le découpage en épisodes de la séance (scénario, énoncé et choix des épisodes). Un tableau récapitulatif du découpage des séances en épisodes est donné en annexe 1.

b) LES ÉTUDES DES ANALYSES DE DONNÉES RELATIVES AU CODAGE DES TÂCHES.

Les études des analyses de données relatives aux tâches et activités sont en général composées comme suit :

- Chaque étude d'une analyse de données commence par l'exposé des données numériques permettant d'apprécier la validité des résultats trouvés (inertie¹⁰⁸, paramètres¹⁰⁹ et épisodes mal projetés ou flous¹¹⁰...). Par ailleurs un tableau récapitulatif de toutes ces données est proposé en annexe afin de permettre des comparaisons (voir annexe 3).
- Je présente ensuite les paramètres constants (pour l'ensemble de tous les épisodes de la séance ou du groupe de séance considéré), que l'analyse factorielle ne prend pas en compte du fait qu'elles sont constantes mais qui nous intéressent aussi comme éléments de description du groupe d'épisodes considérés. J'essaye de décrire cette liste de façon à la rendre intelligible c'est à dire en la structurant, en trouvant un équilibre entre le gain de lisibilité et la perte d'objectivité.

Exemple (séance sur les fonctions du professeur R¹¹¹) :

16 paramètres ont la même valeur sur tous les épisodes considérés (61 sont représentés).

La séance est une séance d'introduction, au second trimestre.

analyses factorielles.

¹⁰⁸ Voir annexe 2.

¹⁰⁹ Variables qualitatives de l'analyse de tâche ou les variables quantitatives de l'analyse de discours. Voir aussi annexe2.

¹¹⁰ Je me suis fixé les critères suivants. Un épisode ou un paramètre dont l'inertie propre est représentée à moins de 10% dans le plan factoriel* considéré est ignoré dans l'analyse (je les qualifie par la suite de "mal représenté"), un épisode ou un paramètre dont l'inertie propre est représentée à moins de 30% dans le plan factoriel considéré est pris en compte avec suspicion (ils sont qualifiés de "flous").

* J'appelle plan factoriel l'espace (de dimension 2 ou 3) engendré par les facteurs retenus, je me suis fixé le critère suivant pour décider du nombre de facteurs à retenir : l'inertie cumulée par les facteurs doit dépasser 33% de l'inertie totale du nuage.

¹¹¹ Voir page 99.

Le travail n'est pas préparé à la maison, il n'y a que très peu de temps de recherche en classe, le professeur ne passe pas dans les rangs et n'a pas d'exigence particulière. La correction est dialoguée.

Les questions sont ouvertes mais il n'y a ni à reconnaître quelque chose, ni à interpréter, ni à adapter ou transformer. Le professeur ne veut ni introduire ni familiariser.

Les notions ne sont pas nouvelles, elles sont vues comme objet et il n'y a qu'un cadre par épisode.¹¹²

- Vient ensuite la description de chaque axe du plan factoriel¹¹³. Elle est faite en essayant de présenter les paramètres qui sont significativement proches des axes (positivement ou négativement). Là aussi, cette liste est organisée et la subjectivité est inévitable : il y a toujours plusieurs dizaines de paramètres, il est donc nécessaire, pour éviter l'inventaire inintelligible, de structurer la liste des paramètres liés à l'axe choisi en les regroupant par thèmes.

Exemple (séance sur les vecteurs du professeur B¹¹⁴) :

INTERPRÉTATION DU PREMIER FACTEUR.

Le premier facteur oppose des épisodes de correction d'exercices assez simples de construction et de calculs, à des épisodes après le cours dont les exercices semblent plus ardu.

Les épisodes qui ne sont pas après le cours sont des épisodes d'introduction, ils sont plus courts que les autres, ils sont préparés à la maison, la correction est magistrale, un élève vient au tableau et il n'y a pas de temps de (re)recherche, c'est le professeur qui donne les justifications, il interroge les élèves par leur nom, les élèves ne participent pas. Il s'agit d'une suite d'exercices fermés (question fermée, outil, cadre, registre imposés [3 paramètres]).

Les épisodes après le cours sont plus longs, les élèves disposent d'un temps de recherche individuel, le professeur passé dans les rangs, il s'agit d'exercices isolés, très ouverts, des raisonnements logiques sont nécessaires, les connaissances doivent être mobilisables, les réponses sont sous forme "vrai/faux". Pendant la phase d'échange, le professeur écrit au tableau, les élèves donnent des résultats, ils sont interrogés globalement par le professeur qui représume leurs idées, la justification des réponses est dialoguée mais le professeur ferme les questions.¹¹⁵

¹¹² C'est moi qui souligne ici : un mot ou un groupe de mots souligné correspond à un paramètre.

¹¹³ Il y a en général 2 axes pour les analyses de données relatives aux tâches regroupant les épisodes d'une séance et 3 axes pour les autres analyses de tâches (par professeur ou par notion). Voir tableau récapitulatif dans l'annexe 3.

¹¹⁴ Voir page 116.

¹¹⁵ Le soulignement obéit au même principe (voir note 112), les pointillés correspondent de plus à un paramètre déjà cité un peu plus haut dans la description du facteur.

- Enfin, je m'intéresse aux épisodes en proposant une classification et une description (très) résumée compte tenu de l'étude des axes qui vient d'être faite. Ce bilan est accompagné d'un schéma du plan factoriel correspondant.

Exemple (même séance que l'exemple précédent¹¹⁶) :

BILAN SUR LA SÉANCE.

Le premier axe oppose des épisodes de correction classique à des épisodes de recherche et de discussion d'exercices [*Ceci est donc le résumé de l'extrait précédent ! On voit qu'il n'est là que pour rappeler à quelqu'un qui viendrait de le lire la description de l'axe correspondant*]

Le second facteur donne un classement de la difficulté des exercices et des exigences du professeur.

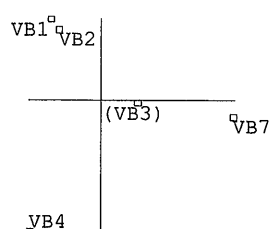


Schéma 13¹¹⁷

Étude des tâches de la séance "vecteur" du professeur B
Tous les épisodes d'exercice.

Facteurs :
1 horizontal,
2 vertical.

On retrouve les épisodes ordonnés comme suit.

- Les épisodes 1 et 2 sont des épisodes de correction [*Raccourci, voir description du premier facteur*], dont les exercices sont faciles et pour lesquels le professeur est exigeant [*Raccourcis, voir description du second facteur*].
- L'épisode 4 est un épisode de correction mais dont les exercices sont plus ardues et pour lesquels le professeur est moins exigeant.
- L'épisode 7 est un épisode de recherche et de correction d'un exercice très ouvert.
- L'épisode 3 est mal représenté [*Voir critère ci-dessus*¹¹⁸].
- Les épisodes 5 et 6 ont été classés comme cours [*et ne sont donc pas pris en compte dans les analyses de tâches et d'activités*].

Pour les analyses regroupant plusieurs séances j'essaye par ailleurs de retrouver dans l'organisation trouvée des traces de l'organisation de chaque séance.

c) LES ÉTUDES DES ANALYSES DE DONNÉES RELATIVES AU CODAGE DES DISCOURS.

Le codage du discours a été mené indifféremment sur des épisodes de cours et des épisodes d'exercices (distingués lors du découpage en épisodes) alors que le codage des tâches n'a été fait que pour les épisodes d'exercices, je me suis donc servi en général de deux analyses de données relatives au codage du discours : l'une regroupant tous les épisodes considérés et l'autre ne regroupant que les épisodes d'exercices. Cette dernière analyse permettant

¹¹⁶ Voir page 116.

¹¹⁷ Tous les schémas utilisés ici ont été faits avec l'aide du logiciel d'analyse de données ADE-4 (Voir bibliographie V, Chessel, 1997)

en général deux choses : de se dégager de l'opposition, souvent forte¹¹⁹, "discours de cours" / "discours d'exercice", et donc d'étudier plus finement les nuances entre les différents "discours d'exercice", et de comparer plus directement la structure des épisodes dégagée de l'étude des analyses de tâche de celle dégagée de l'étude des analyses de discours.

Les études d'analyses de données relatives au discours sont présentées globalement selon le même plan que celles relatives aux tâches. Elles sont en général plus succinctes, il n'est pas rare que je n'étudie pas chaque axe en lui-même mais plus directement les paramètres liés à un groupe d'épisodes. Ces deux nuances sont dues au fait qu'il n'y a en fait que 27 paramètres dans l'analyse de discours alors que l'analyse de tâche prend en compte 62 paramètres, et que, par conséquent, les paramètres ne sont pas toujours en nombre suffisant pour permettre une description opérationnelle des axes.

Sans doute du fait de ce plus petit nombre de paramètres, les analyses de données relatives au discours sont de meilleure qualité (inertie plus importante) que celles relatives aux tâches. Il est plus rare de devoir considérer 3 axes pour étudier le plan factoriel¹²⁰.

d) REMARQUES, MISES EN GARDE À PROPOS DES ÉTUDES D'ANALYSES DE DONNÉES PRÉSENTÉES CI-DESSUS.

On peut souligner ici quelques points sur la description des axes ou des épisodes à l'aide de l'analyse factorielle.

La première remarque concerne le vocabulaire : afin de rendre ces comptes rendus lisibles j'ai essayé, à la fin de chaque "inventaire", de résumer en quelques mots la description qui reprend en général une vingtaine de paramètres (pour les tâches), ce résumé est souvent caricatural et il n'est pas rare de devoir revenir aux premières descriptions pour se remémorer ce qui se cache derrière un mot.

La seconde remarque concerne le principe même de l'analyse factorielle (et concerne plutôt l'analyse du discours), il faut rappeler que les résultats obtenus sont relatifs : si la valeur "discours d'information (*fonction*) en langue courante (*teneur*) sur les mathématiques contextualisées (*objet*)" est associée à un épisode, cela ne veut pas dire que le professeur n'a ce type de discours que dans cet épisode, cela veut dire que ce discours est caractéristique de cet

¹¹⁸ Note 110 page 72

¹¹⁹ Constatation a posteriori faite à partir des comptes rendus d'analyses.

¹²⁰ Ceci ne se produit que pour les analyses de discours relatives à quatre séances sur une notion.

épisode alors que les autres sont caractérisés par d'autres types de discours. Là aussi, ces nuances sont rarement reprises dans la rédaction (toujours dans un souci de lisibilité).

e) DERNIÈRES PARTIES D'UN COMPTE RENDU : COMPARAISON DES DEUX ÉTUDES.

Je compare dans cette partie la typologie des épisodes relative aux tâches et la typologie des épisodes relatives aux discours. Le but est d'essayer de comprendre quelles sont les associations, pendant la séance, entre tâches et discours, dans quelle mesure la variation des tâches permet d'expliquer une variation de discours. J'essaye de pointer les phénomènes qui pourraient intervenir sans que les paramètres considérés ne permettent d'en rendre compte.

I 2- Plan des II et III.

Je propose un compte rendu sur chacune des huit séances étudiées (paragraphe II page 78). Ensuite afin de comparer le comportement, les pratiques d'un professeur face aux deux notions enseignées je donne un compte rendu des analyses regroupant les deux séances de chaque professeur (paragraphe III 1- du III page 134). Pour évaluer les ressemblances et les dissemblances entre professeurs enseignant un même contenu et ainsi cerner une autre variabilité, je propose un compte rendu sur l'ensemble des quatre séances traitant de vecteur et un sur les séances traitant des fonctions (paragraphe III 2- du III page 168).

Plus précisément voici une table des matières des paragraphes II et III .

<i>II Compte rendus de séances.....</i>	<i>78</i>
II 1- Séance du professeur b sur les fonctions.....	78
II 2- Séance du professeur B sur les fonctions.	85
II 3- Séance du professeur M sur les fonctions.	91
II 4- Séance du professeur R sur les fonctions.	98
II 5- Séance du professeur b sur les vecteurs.	104
II 6- Séance du professeur B sur les vecteurs.....	114
II 7- Séance du professeur M sur les vecteurs.....	120
II 8- Séance du professeur R sur les vecteurs.....	128
II 9- Petit pas de côté.....	134
<i>III Premières comparaisons entre séances.</i>	<i>134</i>
III 1- Séances d'un même professeur.....	134
a) Professeur b.....	134

b) Professeur B.....	143
c) Professeur M.	152
d) Professeur R.....	160
e) Bilan.....	167
III 2- Séances sur une même notion.	168
a) Séances sur les fonctions.	168
b) Séances sur les vecteurs.....	176
III 3- Étude regroupant les données des huit séances.....	183

Le paragraphe IV (page 183) apporte une conclusion à propos de la méthodologie employée. C'est dans le chapitre suivant (Chapitre D) que l'exploitation de ces résultats sera exposée.

II Compte rendus de séances.

II 1- Séance du professeur b sur les fonctions.

a) DESCRIPTION GLOBALE DE LA SÉANCE.

Je rappelle ici que le professeur b travaille en parallèle avec le professeur B (même progression au cours de l'année, mêmes énoncés d'activité, contrôles communs...).

La séance a lieu au troisième trimestre, les fonctions ont déjà été évoquées épisodiquement au cours de l'année par les élèves (exemples, représentation graphique, vocabulaire). Les élèves ont étudié plus précisément les fonctions linéaires et affines (éventuellement par morceaux) et la fonction 'valeur absolue'. La présente séance est une étude de la fonction 'carré' (elle sera suivie d'étude des fonctions 'cube', 'inverse', 'racine carrée' et des fonctions circulaires). La notion de parité a été abordée à propos de la fonction 'valeur absolue'.

L'énoncé étudié pendant cette séance est issu du manuel (première activité introductrice du chapitre "fonctions classiques"). Les élèves avaient à préparer l'ensemble de l'énoncé chez eux (le professeur passe d'ailleurs un temps pour vérifier que le travail a été fait). Il s'agit d'une séance en demi-classe (le groupe le plus fort des deux dans une classe de niveau moyen, au dire du professeur), c'est la même classe qui est observée dans la séance "vecteurs".

L'étude de la fonction 'carré' est séparée en deux parties dans l'énoncé : une première partie amène à tracer à l'aide d'un tableau de valeurs une représentation graphique de la fonction (deux remarques sur le tableau de valeurs à compléter dans le manuel : quand un nombre x apparaît dans le tableau $-x$ apparaît aussi, par ailleurs, deux des points du tableau ne peuvent, vu l'échelle, être placés sur le graphique), une seconde partie de l'énoncé fait étudier les symétries de la courbe, le tableau de variation de la fonction et ses extremums (le tableau de variation est déduit du graphique). Le professeur ne déforme pas notablement cet énoncé.

Le découpage en épisodes que nous avons retenu est le suivant (cette séance comporte 9 épisodes, aucun n'a été classé comme cours) :

épisode 1	Tableau de valeurs de la fonction $x \mapsto x^2$.	3 mn
épisode 2	Tracé de ces points dans un repère orthonormal.	7 mn
épisode 3	Esquisse de la représentation graphique.	4 mn
épisode 4	Étude graphique d'une éventuelle symétrie.	4 mn

épisode 5	Autre symétrie possible connue.	4 mn
épisode 6	Passage de la représentation graphique au tableau de variation.	3 mn
épisode 7	Justification analytique du tableau de variation.	8 mn
épisode 8	Existence d'un minimum, étude graphique et analytique.	3 mn
épisode 9	Existence d'un maximum, étude graphique et analytique.	6 mn

b) ÉTUDE DE L'ANALYSE DE TÂCHE / ACTIVITÉ.

Une seule ACM¹²¹ a été nécessaire ici.

(i) Représentativité des facteurs étudiés.

Inertie cumulée des facteurs retenus : 49% (% de l'inertie totale).

Paramètres mal représentés par ces facteurs : 6% (% des paramètres non constants).

Épisode mal représenté par ces facteurs : 1/9.

(ii) Hétérogénéité des épisodes et paramètres constants.

Les épisodes sont relativement hétérogènes (seulement 11 paramètres, sur 59 bien représentés, ont la même valeur sur tous les épisodes considérés).

Ils sont tous au troisième trimestre, après le cours (le professeur ne souhaite d'ailleurs plus introduire de nouvelles notions). Il s'agit d'un problème d'étude de fonction, plusieurs cadres sont en présence et la notion est vue comme objet. Le problème ne demande pas d'interprétation, pas d'adaptation ou de transformation, pas d'introduction d'un intermédiaire.

(iii) Interprétation du premier facteur.

Le premier facteur de l'analyse oppose deux types de tâches bien cernées.

D'un côté¹²², des études plus théoriques (parité, période, tableau de var...), plus conceptualisées et décontextualisées, dans un registre littéral. Les notions, la situation, les questions sont, en grande partie, nouvelles. Globalement (méthode, cadre, registre, point de vue, conjecture, analogie) les élèves sont plus libres. Le professeur juge l'exercice difficile, il veut faire réviser les élèves, en réactualisant si nécessaire (les connaissances doivent être plus mobilisables), ou familiariser (avec des questions, des situations, des notions en partie nouvelles). Il cherche à transmettre une méthode. Il ne passe pas dans les rangs (mais vérifie que le cours est su), la recherche est faite en commun (les élèves expriment plus que de simples

¹²¹ Analyse des correspondances multiples.

¹²² A gauche dans le Schéma 1, page 81.

résultats), les justifications sont aussi discutées. Mais (inconvenient de la correction dialoguée ?) le professeur ferme les questions.

D'un autre côté, on retrouve des épisodes sur le tracé du graphe ou le calcul de valeur. Ce sont des épisodes plutôt courts en début de séance. Le travail a été préparé à la maison, le professeur vérifie que le travail a été fait et il passe dans les rangs. C'est lui qui corrige (avec un élève au tableau, en "porte-craie" donc), en donnant peu de justifications. Il cherche d'ailleurs seulement à faire travailler des techniques. Les élèves participent peu, ne donnent que des résultats.

(iv) Interprétation du second facteur.

Les notions bien représentées par ce facteur ont toutes trait au graphe. On trouve d'une part¹²³ des épisodes abordant la notion de tableau de variation de façon algébrique (justification des variations ?) dans le registre littéral ; la notion est vue comme extension. D'autre part on trouve des problèmes de type *étude de configuration* à propos des notions de parité ou plus généralement d'*étude du graphe*, plusieurs registres sont en présence ; les notions sont vues comme RAP.

Les seconds épisodes ci-dessus (étude de configuration) se placent plutôt chronologiquement avant les premiers (tableaux de variation), le professeur y est moins exigeant, il y a une recherche en classe et la correction est dialoguée (par ailleurs le professeur parle moins et les idées des élèves sont reprises). Les outils utilisés sont essentiellement les analogies, le raisonnement est contextualisé. Les énoncés sont plus ouverts (conjecture, mises en relations à faire) les connaissances sont utilisées à un niveau technique ; le professeur veut faire acquérir des connaissances, il ferme les questions.

De plus, dans les épisodes sur le tableau de variation la correction est magistrale et le professeur parle plus que dans les autres épisodes (et les échanges avec les élèves sont de moins bonne qualité : les élèves n'expriment que de simples résultats, il n'y a pas d'intervention spontanée...), il veut faire acquérir des méthodes, les connaissances doivent être mobilisables (la situation et les questions sont nouvelles), on utilise des propriétés.

¹²³ En bas sur le Schéma 1.

(v) Bilan sur la séance.

Le premier facteur oppose donc des épisodes "poussés" (voir ci-dessus) ou les élèves semblent réellement sollicités (bien que le professeur ferme les questions) à des épisodes de correction rapide d'exercices simples préparés à la maison.

Le second facteur oppose des épisodes centrés sur le tableau de variation (plus rigoureux et plus magistraux), à des épisodes d'étude du graphe, plus ouverts et plus détendus (professeur peu exigeant, dialogue...).

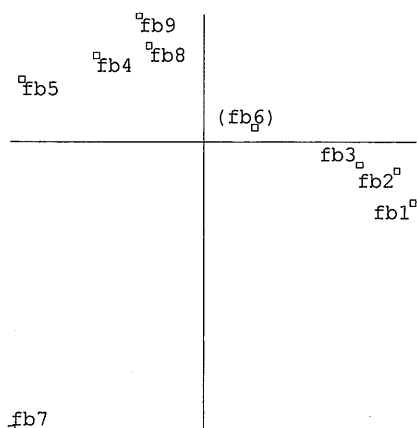


Schéma 1

Étude des tâches et activités de la séance "fonction" du professeur b.

Tous les épisodes.

Facteurs :
1 horizontal
2 vertical

On retrouve trois groupes d'épisodes selon ces deux facteurs.

- Les épisodes 4, 5 et 9 plus "poussés" (premier facteur), ouverts et "détendus" (second facteur). L'épisode 8 est flou mais se place plutôt dans ce groupe.
- Les épisodes 1, 2 et 3 de correction simple et plutôt (légère tendance) stricts.
- L'épisode 7 "poussé" et "strict" (tableau de variation).
- L'épisode 6 est mal représenté par les deux premiers facteurs.

c) ÉTUDE DE L'ANALYSE DE DISCOURS.

Une ACP¹²⁴ a servi ici.

Cette analyse reprend 49% de l'inertie en deux axes, 5 épisodes (sur 9) sont un peu flous.

Cette séance contient peu de discours sur les mathématiques décontextualisées (notamment la réflexion sur ces mathématiques, les questions de structuration de ces mathématiques et les discours en langue courante sur ces mathématiques).

Le premier axe de l'analyse oppose deux tendances dans les échanges en langage mathématique : d'une part, l'information sur des mathématiques contextualisées¹²⁵ et,

¹²⁴ Analyse en composantes principales, voir annexe 2.

¹²⁵ A gauche sur le Schéma 2.

d'autre part, la réflexion et la structuration à propos du lien entre mathématiques contextualisées et décontextualisées (cette réflexion est ponctuée d'information sur les mathématiques décontextualisées).

Le second axe oppose deux tendances du discours en langue courante (opposition du même type que l'axe 1) : l'information sur les mathématiques contextualisées d'un côté¹²⁶ et, de l'autre côté, des échanges (c'est-à-dire avec questions) sur la structuration, de réflexion ou sur les mathématiques décontextualisées.

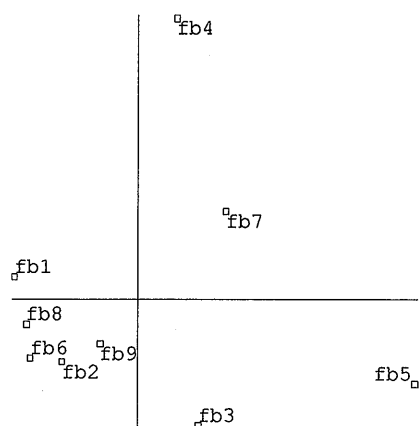


Schéma 2

Étude des discours de la séance "fonction" du professeur b.

Tous les épisodes.

Facteurs :
1 horizontal
2 vertical

Les épisodes s'organisent ainsi :

- Les épisodes 3 et 6 présentent un discours d'information contextualisé (les épisodes 1, 2, 8 et 9 sont flous dans ce plan factoriel mais semble avoir des caractéristiques proches). Dans l'épisode 3 ce discours est mené en langue courante, dans les épisodes 2 et 9 le professeur pose, de plus, des questions et s'exprime aussi en langage mathématique et enfin dans les épisodes 1, 6 et 8 il pose en plus des questions de structuration sur l'exercice.
- L'épisode 4 est un épisode où le discours traduit des échanges de réflexion et de structuration en langue courante accompagnés d'échanges d'informations décontextualisés en langue mathématique.
- L'épisode 5 est un épisode dont le discours se fait en langage mathématique, il s'agit d'échanges de réflexion et de structuration sur le lien.
- L'épisode 7 est flou mais son discours semble posséder les caractéristiques suivantes : échanges de réflexion et de structuration à partir d'un exercice (objet *Lien* et *Contextualisé*).

¹²⁶ en bas sur le Schéma 2

d) CROISEMENT DES DEUX ÉTUDES.

(1) L'épisode 7 est atypique aussi bien en ce qui concerne la tâche à effectuer et le déroulement de la séance que le discours du professeur.

La tâche est difficile (ouverte, avec démonstration...), il s'agit d'un épisode magistral et "rigoureux", les caractéristiques du discours complètent cette description sans surprise : le discours du professeur est un discours de réflexion et de structuration à propos d'un exercice. Le professeur fait participer les élèves par des questions à ces réflexions.

(2) Les tâches des 3 premiers épisodes sont proches, les discours sont aussi d'un même type mais avec une évolution.

Il s'agit de corrections rapides d'exercices simples.

Le discours centré sur l'exercice et essentiellement informatif évolue de l'épisode 1 à l'épisode 3, les questions se simplifient puis disparaissent, le discours passe de la langue mathématique à la langue courante.

(3) Les tâches des épisodes 4, 5, 8 et 9 sont proches, les discours sont très différents.

Ce sont des exercices relativement ouverts et difficiles où les élèves sont plus sollicités. Ils portent sur des notions graphiques sans réelle formalisation.

Globalement, les épisodes 4 et 5 correspondent à un discours de réflexion et de structuration (l'épisode 4 se déroule plutôt en langue courante et comprend un aspect d'échange d'information sur les mathématiques décontextualisées, et l'épisode 5 est axé sur le lien, en langage mathématique) alors que les épisodes 8 et 9 sont des discours d'information contextualisés (l'épisode 8 contient plus de questions et est dans un langage mathématiquement plus soutenu).

On peut proposer l'explication suivante : les élèves étant plus libres et plus sollicités dans ces épisodes, ils peuvent influencer par leurs interventions le discours du professeur dans des voies divergentes à partir d'exercices proches.

Peut-être en fin de séance le professeur se permet-il (ou est-il obligé par manque de temps) de se concentrer sur les seuls résultats de l'exercice.

(4) Les discours des épisodes 1, 2, 3, 6, 8 et 9 sont relativement proches bien que les tâches correspondantes soient divisées en deux grands groupes (1-2-3 et 8-9, l'épisode 6 étant mal représenté).

Le discours de ces épisodes est très contextualisé et essentiellement informatif. Les épisodes 1, 2 et 3 sont des épisodes de correction rapide d'exercices simples, plutôt

mathématiquement stricts, les épisodes 8 et 9 sont plus difficiles, ils portent sur le graphe, il n'y a pas formalisation.

On retrouve ici le caractère atypique des épisodes 8 et 9, un discours simple (de type "correction d'exercices sans commentaire") à propos d'exercices ardu et ouverts.

e) BILAN.

Dans l'ensemble le discours s'adapte "sans surprise" à la tâche effectuée. Deux paramètres pourraient venir corriger cette corrélation : les interventions des élèves et le temps restant avant la fin de la séance.

II 2- Séance du professeur B sur les fonctions.

a) DESCRIPTION GLOBALE DE LA SÉANCE.

Je rappelle ici que le professeur b travaille en parallèle avec le professeur B (même progression au cours de l'année, mêmes énoncés d'activité, contrôles communs...).

La séance a lieu au troisième trimestre, les fonctions ont été déjà évoquées épisodiquement au cours de l'année par les élèves (exemples, représentation graphique, vocabulaire). Les élèves ont étudié plus précisément les fonctions linéaires et affines (éventuellement par morceaux) et la fonction 'valeur absolue'. La présente séance est une étude de la fonction 'carré' (elle sera suivie d'étude des fonctions 'cube', 'inverse', 'racine carrée' et des fonctions circulaires). La notion de parité a été abordée à propos de la fonction 'valeur absolue'.

L'énoncé étudié pendant cette séance est inspiré du manuel mais a été retravaillé par le professeur (le professeur b travaille, lui, directement sur le manuel), les modifications apportées vont dans le sens d'une précision des questions (suppression des points hors feuille dans le tableau de valeur, rajout de la démonstration de la symétrie de la courbe, étude des variations avant le tableau). Le professeur distribue l'énoncé en début de séance, les élèves n'ont pas préparé le travail chez eux. Il s'agit d'une séance en classe complète, les élèves sont d'un niveau " identique aux années précédentes ", " pas si mauvais " (dixit le professeur) et sont très " dissipés " et " immatures " pendant la séance (aux dires du responsable vidéo), c'est la première séance après le week-end de Pâques. C'est la même classe qui est face au professeur dans l'autre séance observée (sur les vecteurs).

L'étude de la fonction commence par le remplissage d'un tableau de valeurs, les points ainsi trouvés doivent être reportés ensuite sur le graphique (sans précision d'échelle), puis la courbe est tracée (ce n'est pas demandé dans l'énoncé mais il s'agit d'un oubli que le professeur corrige oralement). La troisième question guide les élèves, au travers d'une démonstration analytique, vers la symétrie de la courbe (sans l'annoncer à l'avance). Les variations sont étudiées en deux parties : étude sur $[0, +\infty[$ puis utilisation de la symétrie et tableau de variation. Enfin on s'interroge sur les éventuels minimum et maximum de la fonction (faute de temps le cas du maximum ne sera pas abordé).

Le découpage en épisodes retenu est le suivant (cette séance comporte 6 épisodes, aucun n'a été classé comme cours) :

Épisode 1	Tableau de valeurs (quelques secondes) et tracé de la courbe.	9 mn
------------------	---	------

Épisode 2	Étude analytique de la symétrie.	13 mn
Épisode 3	Autres fonctions ayant la même propriété.	7 mn
Épisode 4	Étude des variations de la fonction sur $[0, +\infty[$.	8 mn
Épisode 5	Tableau de variation.	5 mn
Épisode 6	Étude d'un éventuel minimum de la fonction.	3 mn

b) ÉTUDE DE L'ANALYSE DE TÂCHE ACTIVITÉ.

Une seule ACM a été nécessaire pour analyser cette séance.

(i) Représentativité des facteurs étudiés.

Inertie cumulée des facteurs retenus : 57% (% de l'inertie totale).

Paramètres mal représentés par ces facteurs : 6% (% des paramètres non constants).

Épisodes mal représentés par ces facteurs : 2/6. C'est une proportion importante.

(ii) Hétérogénéité des épisodes et paramètres constants.

16 paramètres, sur les 58 représentés, ont la même valeur sur tous les épisodes considérés (proportion normale par rapport aux autres séances).

Les 6 épisodes se déroulent au troisième trimestre, après le cours correspondant. Les notions sont toutes abordées comme des extensions, et en tant qu'objet. Les exercices ne sont pas préparés à la maison, le professeur (et lui seul) écrit systématiquement au tableau, la correction est "dialoguée" (et le professeur "triche").

Les exercices ne sont pas répétés. Ils ne présentent pas les difficultés suivantes : changement de point de vue, adaptation ou transformation nécessaire, intermédiaire à introduire.

(iii) Interprétation du premier facteur.

Le premier facteur oppose deux types d'épisodes selon trois grands groupes de caractéristiques.

Les premiers épisodes¹²⁷ sont plus décontextualisés (les raisonnements sont plus d'ordre logique), les notions sont plus conceptualisées, doivent être mobilisables (il y a un travail de reconnaissance, de conjecture, de mise en relation). Le professeur veut transmettre des connaissances.

Dans ces épisodes c'est le professeur qui parle, il parle beaucoup, il y a moins de recherche, de justification pour les élèves (le professeur éprouve moins le besoin de

¹²⁷ A gauche sur le Schéma 3.

fermer les questions que dans les autres épisodes). Globalement, les exercices traités semblent plus ardues (cadre et registre libre, initiatives à prendre...). Les élèves parlent peu mais la qualité de leurs interventions n'est pas en reste : ils se permettent plus d'intervenir sans être sollicités, ils proposent plus que de simples résultats, leurs idées sont reprises plus systématiquement par le professeur.

Les épisodes du second type utilisent des connaissances à un niveau technique (il n'y a d'ailleurs rien à reconnaître, à conjecturer, pas de mise en relation à faire), à un niveau de conceptualisation bas, les raisonnements sont très contextualisés. Le professeur vise à enseigner des méthodes ou des techniques (et pas des connaissances). Ces épisodes se déroulent dans le registre littéral ou du graphe, il s'agit de construire, de tracer le graphe ou le tableau de variation d'une fonction.

Ces épisodes portent sur des notions plus récentes, la situation dans laquelle elles sont abordées est nouvelle. Le professeur ne cherche d'ailleurs pas simplement à faire réviser (comme dans les autres épisodes) mais à familiariser ou à réactualiser. Ces épisodes sont en début ou en fin de séance.

Ils semblent beaucoup plus encadrés. Non seulement parce que le professeur passe dans les rangs et fait attention à ce que le travail soit fait, mais aussi parce qu'il demande des justifications aux élèves (dans les autres épisodes il y a moins de justification et c'est le professeur qui les donne), il parle moins, interroge plus souvent les élèves par leur nom.

(iv) Interprétation du second facteur.

Le second facteur oppose assez clairement des épisodes portant sur le graphe de la fonction (tracé, étude) à des épisodes portant sur le tableau de variation ou l'étude de la périodicité, de la parité.

Les épisodes "graphiques"¹²⁸ mobilisent des connaissances anciennes à un niveau technique. C'est le début de la séance. Le type de situation et les questions posées sont aussi connues. Le professeur juge ces exercices comme faciles, il cherche à faire acquérir des connaissances, et, bien qu'il ne passe pas dans les rangs, il tient à ce que le travail demandé soit fait (le travail n'a pas été préparé à la maison). Peu de justifications sont données.

Les épisodes dans un registre plus littéral sont jugés plus difficiles par le professeur (il ferme d'ailleurs les questions). Elles font appel à des connaissances à un niveau mobilisable. La méthode et le registre sont libres, il faut faire des conjectures et des mises en

relation. Les justifications sont plus fréquentes et se présentent sous forme de démonstration. Le professeur cherche à faire acquérir des méthodes. C'est la fin de la séance.

(v) Bilan sur la séance.

Le premier axe oppose donc des épisodes (plutôt en milieu de séance) aux exercices plus difficiles et théoriques mais que le professeur corrige (avec quelques interventions de qualité côté élèves), à des épisodes plus contextualisés sur des notions plus récentes où le professeur semble exigeant quant à l'activité des élèves.

Le second facteur oppose des épisodes dans le registre graphique, sans grande difficulté, à des épisodes plus ardu dans un registre littéral où des démonstrations sont données.

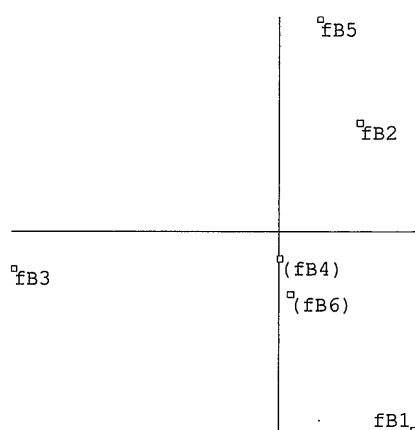


Schéma 3

Étude des tâches de la séance "fonction" du professeur B.

Tous les épisodes.

Facteurs :
1 horizontale
2 vertical

Les épisodes se séparent en trois groupes.

- L'épisode 1 est contextualisé, "graphique", facile, sans réelle justification.
- Les épisodes 2 et 5 sont contextualisés, le professeur y est exigeant ; ils sont relativement ardu.
- L'épisode 3 est difficile mais c'est le professeur qui corrige (facteur 1). Il a une position neutre sur le second facteur.
- Les épisodes 4 et 6 sont mal représentés sur ce plan factoriel.

c) ÉTUDE DE L'ANALYSE DE DISCOURS.

Une ACP a servi. Les deux premiers axes représentent 61% de l'inertie totale du nuage.

Cette séance contient peu de discours de réflexion et de structuration (et notamment peu de questions sur ces fonctions).

¹²⁸ En bas sur le Schéma 3.

Le professeur semble utiliser indifféremment le discours direct ou indirect sauf en ce qui concerne les mathématiques décontextualisées pour lesquelles il préfère le discours direct.

On trouve nettement trois groupes d'épisodes.

- L'épisode 5 présente un discours centré sur l'exercice, il y a peu de questions ; les épisodes 1, 2 et 6 sont flous sur ce plan factoriel mais semblent présenter ces mêmes caractéristiques. L'épisode 1 donne des informations, les épisodes 2 et 5 présentent aussi de la structuration et de la réflexion. L'épisode 6 est intermédiaire.
- Le discours du troisième épisode porte peu sur l'exercice lui-même (uniquement des demandes de résultat) mais plutôt sur le lien ou les mathématiques décontextualisées. Le discours sur le lien est associé à des fonctions de structuration (avec questions) ou d'information. Le discours sur les mathématiques décontextualisées est associé aux fonctions de réflexion (avec questions) et de structuration.
- Le discours du quatrième épisode est le seul qui porte sur les trois objets. Il y a des échanges de réflexion sur l'exercice et d'information sur les mathématiques. Le professeur donne aussi des informations sur le lien.

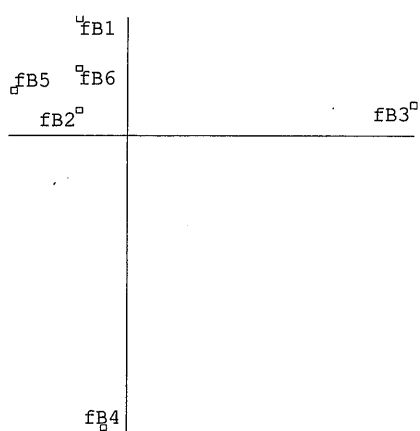


Schéma 4

Étude des discours de la séance "fonction" du professeur B.

Tous les épisodes.

Facteurs :

- 1 horizontale
- 2 vertical

d) CROISEMENT DES DEUX ÉTUDES.

Il y a une assez bonne correspondance entre les deux études.

(1) Aux épisodes présentant des tâches contextualisées (1, 2 et 5) correspondent des discours sur les mathématiques contextualisées, la tâche de l'épisode 1 est par ailleurs facile, et dans un registre graphique son discours est uniquement informatif, alors que les épisodes 2 et 5 plus ardues et dans un registre littéral présentent un discours de structuration et de réflexion.

(2) La tâche du troisième épisode est difficile, des démonstrations sont données, le registre est littéral, c'est le professeur qui corrige. Le discours est décontextualisé ou sur le lien et est plus réflexif.

(3) Les tâches des épisodes 4 et 6 sont mal représentées, leurs discours ont comme particularité d'être plus variés que ceux des autres épisodes. On pourrait donc peut-être voir là un lien entre des tâches sans caractère marqué et des discours variés.

e) BILAN.

On peut donc dire que le discours du professeur s'adapte (à sa façon) directement à la tâche. Face à un exercice simple le discours est informatif et ne sort pas du cadre de l'exercice, si la tâche se complique le professeur structure et expose des réflexions s'éloignant éventuellement de la situation contextualisée présente.

II 3- Séance du professeur M sur les fonctions.

a) DESCRIPTION GLOBALE DE LA SÉANCE.

La séance a lieu à la fin du premier trimestre, le professeur est face à une classe de 34 élèves d'un bon niveau (latinistes, 1 seul redoublant, au moins 5 élèves en avance de 1 ou 2 ans par rapport à l'âge normal, 2/3 orientés en première scientifique en fin d'année). La classe observée pendant la séance sur les vecteurs est d'un meilleur niveau.

Les élèves et le professeur ont déjà étudié les fonctions affines et un TD sur la programmation (calcul des valeurs d'une fonction) a été fait.

Plusieurs exercices sont abordés pendant la séance, une partie a été préparée à la maison. Le professeur s'inspire d'activités ou d'exercices du manuel, il peut rajouter des questions, en changer l'intituler, n'utiliser que la courbe ou la formule de l'énoncé. Je ne vais décrire ici que les questions sur lesquelles les élèves travaillent finalement en classe (celles dictées par le professeur) en faisant allusion à celles de l'énoncé initial si nécessaire (sachant que c'est les questions sur lesquelles ils ont travaillé chez eux).

La classe étudie trois situations avant que le professeur ne propose un bilan du vocabulaire qui a été vu. La première situation utilise la courbe représentative d'une fonction (définie sur un segment, strictement croissante, il s'agit de la consommation d'une voiture en fonction de sa vitesse), le manuel propose de construire l'image de nombres donnés, le professeur demande, lui, une construction de l'image d'un nombre (de façon générale, sans lui donner de valeur) et n'a pas de réponse, il repose alors les questions de l'énoncé. Il improvise alors une question difficile (plusieurs étapes) qu'il coupe finalement en deux (un calcul de proportionnalité et la construction d'un antécédent), il redonne à construire un antécédent ensuite. La seconde situation a pour premier but le tracé de la courbe d'une fonction dont on a la formule à partir d'un tableau de valeurs. Le professeur questionne surtout les élèves sur le fait que l'on obtient une courbe "en continu", il fait rajouter, après le tracé de la courbe, de nouveaux points. Cette courbe est ensuite utilisée pour trouver l'antécédent d'un nombre donné. Le professeur fait vérifier par le calcul que l'image du nombre trouvé est peu différent du nombre de départ. La troisième situation utilise un graphique représentant, en fonction de l'âge d'un nouveau né (en abscisse), la fourchette de poids dans laquelle il devrait se trouver ; les ordonnées sont donc des poids et le graphique représente une surface comprise entre deux courbes (courbes représentatives des fonctions 'poids minimum' et 'poids maximum'). Le professeur demande l'image d'un point puis fait réfléchir sur la différence entre les acceptions du

mot "en fonction de" en mathématique et « dans la vie courante ». Il propose ensuite un bilan du vocabulaire et des notations abordés ici et donne des exemples d'utilisation. Il demande alors de trouver graphiquement, à partir d'une courbe du manuel, des images et des antécédents. Il demande enfin aux élèves de faire un résumé du cours (voir ci-dessous à ce propos).

La séance est découpée en 7 épisodes. Un épisode est classé en cours : le cinquième.

épisode 1	Première situation :	Images et antécédents sur un graphe.	8 mn
épisode 2	Deuxième situation :	Tableau de valeur et tracé de la courbe.	6 mn
épisode 3		Tracé d'un antécédent, calcul d'une image.	6 mn
épisode 4	Troisième situation :	Graphe ne représentant pas une fonction.	5 mn
épisode 5	Cours :	Bilan du vocabulaire et des notations utilisés.	9 mn
épisode 6	Application du cours :	Images et antécédents sur un graphe.	10 mn
épisode 7	Conclusion :	Résumé de la séance par les élèves.	3 mn

Le septième épisode a un statut particulier dans le présent travail : suite à une erreur informatique, il n'a été pris en compte dans aucune des analyses factorielles. Par ailleurs, il avait aussi un statut particulier lors de la séance puisque c'est le responsable vidéo qui avait suggéré au professeur de demander aux élèves, à la fin de la séance, ce qu'ils avaient retenu (le professeur en avait dit ceci : « c'était difficile, ils ont été troublés par ce sondage. Je pense que certains avait compris... mais c'est difficile »).

b) ÉTUDE DE L'ANALYSE DE TÂCHE ACTIVITÉ.

Une ACM a été nécessaire.

(i) Représentativité des facteurs étudiés.

Inertie cumulée des facteurs retenus : 79 % (% de l'inertie totale).

Paramètres mal représentés par ces facteurs : 0% (% des paramètres non constants).

Épisode mal représenté par ces facteurs : $1/5^{129}$.

(ii) Hétérogénéité des épisodes et paramètres constants.

Un tiers des paramètres sont constants (19 sur 61 représentés, ce qui est relativement important), les tâches sont donc relativement homogènes.

C'est une séance d'introduction, au premier trimestre. Le professeur veut faire des révisions.

¹²⁹ Dans les analyses de tâches et activités seuls les épisodes non classés comme cours sont considérés.

Les notions sont vues comme objet dans le cadre de la géométrie analytique, les exercices restent contextualisés. Les questions sont toutes ouvertes mais le cadre, le registre, le point de vue ne sont pas libres, plus globalement les élèves n'ont pas besoin de prendre d'initiative.

Le professeur ne passe pas dans les rangs, il y a un peu de temps de recherche pour les élèves, la correction est dialoguée (les élèves prennent la parole spontanément, ils donnent plus que de simples résultats mais le professeur "triche").

(iii) Interprétation du premier facteur.

Le premier facteur oppose des épisodes où les notions sont vues comme extension à des épisodes où il s'agit plus de répondre à un problème.

Les premiers épisodes¹³⁰ consistent essentiellement en un travail numérique, peu conceptualisé, dans le registre littéral. Ce sont des exercices répétitifs, sans habillage, où le professeur veut familiariser à des techniques. On y travaille essentiellement des tableaux de valeurs. Le professeur ne juge pas ces exercices difficiles et n'a pas prévu de mise en garde, il n'y a pas d'introduction ou de réactualisation.

Les seconds épisodes sont plus "libres" : il y a un travail de conjecture, de transformation, des mises en relation à faire et les questions sont nouvelles, la méthode et les outils à utiliser ne sont pas imposés. Il s'agit plutôt d'un travail d'interprétation et de réflexion sur les fonctions en général. La recherche est plus collective, se fait en langage courant, le professeur ne ferme pas les questions. Peut-être est-ce parce qu'il reprend peu les interventions des élèves (et suit donc le discours qu'il a prévu) et parce que ces épisodes sont plus courts que les précédents (ce qui peut aussi venir du fait que le professeur ne reprend pas les élèves). Il veut faire acquérir des connaissances.

(iv) Interprétation du second facteur.

Le second axe oppose nettement les épisodes où le travail porte sur le graphe de la fonction (essentiellement construction et étude) aux autres (dans un registre plus littéral).

Je vais détailler les caractéristiques associées à ces deux dominantes.

¹³⁰ à gauche sur le Schéma 5.

Les épisodes "graphiques"¹³¹ sont en début de séance, ils sont préparés à la maison, le professeur tient à ce que le travail soit fait, il ne juge pas ce travail difficile. On peut d'ailleurs noter que ces exercices ne nécessitent pas de conjecture ou de mise en relation, les raisonnements sont contextualisés (mais les justifications sont beaucoup plus systématiquement données dans les autres épisodes), les exercices se suivent (et sont répétitifs). Les questions et les situations ne sont pas nouvelles. La recherche est collective, le professeur écrit au tableau et parle plus que dans les autres épisodes.

Les autres épisodes sont jugés plus difficiles par le professeur (et semblent l'être effectivement : conjecture, mises en relation, analogies...), ils n'ont pas été préparés, ce sont des exercices indépendants, avec des problématiques plus nouvelles.

(v) Bilan sur la séance.

Le premier facteur oppose des épisodes de travail de techniques, sur les nombres, à des épisodes de réflexion plus libre (en ce qui concerne la tâche à effectuer) dont les caractéristiques, dans les faits, se rapproche de celles d'un cours magistral (tâche effective).

Le second facteur oppose des épisodes "graphiques", faciles et préparés à des épisodes non graphiques plus nouveaux.

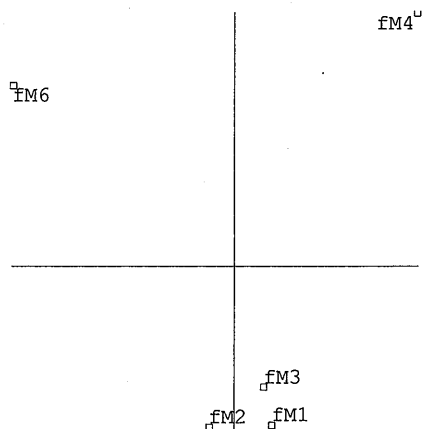


Schéma 5

Étude des tâches de la séance "fonction" du professeur M.

Tous les épisodes d'exercice.

Facteurs :
1 horizontal,
2 vertical.

On trouve trois groupes d'épisodes.

- L'épisode 4 est un épisode de réflexion, plus difficile et "non graphique".
- L'épisode 6 est technique (travail sur les nombres) et "non graphique".
- Les épisodes 1 et 2, "graphiques" (et neutres pour le premier facteur). L'épisode 3 est flou mais semble être aussi dans ce groupe.
- L'épisode 5 est un épisode de cours.
- L'épisode 7 n'a pas été codé.

¹³¹ en bas sur le Schéma 5.

c) ÉTUDE DE L'ANALYSE DE DISCOURS.

Deux ACP m'ont été nécessaires (avec et sans l'épisode de cours). Les plans factoriels obtenus représentent dans les deux cas 63% de l'inertie. Un épisode (fM4) est mal représenté dans la seconde analyse.

On peut remarquer que, par rapport aux autres séances le discours de celle-ci est peu varié (beaucoup de types de discours absents¹³²).

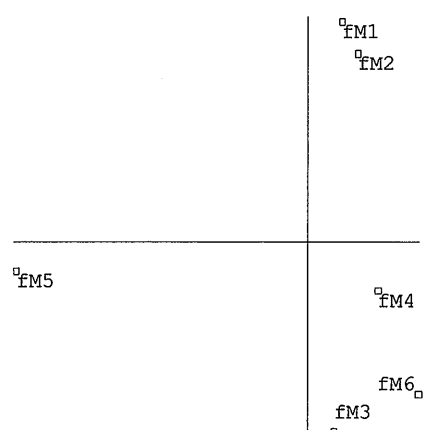


Schéma 6

Étude des discours de la séance "fonction" du professeur M.

Tous les épisodes.

Facteurs :
1 horizontal,
2 vertical.

On trouve plusieurs groupes de discours.

- Le premier épisode est caractérisé par des échanges de structuration sur l'exercice et des demandes de résultats.
- L'épisode 4 est flou mais semble être un épisode de réflexion sur l'exercice, avec information.

Les autres discours ne sont pas centrés principalement sur l'exercice.

- Les épisodes 2 et 6 présentent un discours essentiellement axé sur la réflexion et l'information sur l'exercice, et la structuration et l'information sur le lien. L'épisode 2 est marqué en plus par des questions sur ces thèmes et par de l'information sur les mathématiques décontextualisées.
- L'épisode 5 (seul épisode de cours) est centré autour du lien (toutes teneurs et fonctions). Il présente quelques questions de réflexion et quelques discours d'informations sur les mathématiques décontextualisées. Quelques éléments contextualisés sont repris dans un but de structuration.
- Le discours de l'épisode 3 est essentiellement décontextualisé (toutes teneurs et fonctions). Quelques informations sur le lien.

Le septième épisode n'a pas été codé.

¹³² Voir annexe 3.

d) CROISEMENT DES DEUX ÉTUDES.

La tâche et le discours sont plus homogènes que dans les autres séances étudiées, on retrouve cette caractéristique pour la séance sur les vecteurs de ce même professeur.

(1) Les trois premiers épisodes sont proches quant à la tâche qu'ils proposent. Leurs discours évoluent dans le sens d'un éloignement progressif du contexte. Ce sont des exercices jugés faciles, préparés à la maison. Le professeur passe visiblement d'une correction simple à un exposé de mathématiques, bilan de ce qu'il faut savoir.

(2) La tâche et le discours de l'épisode 4 se correspondent (exercice de réflexion).

(3) L'épisode 5 est un épisode de cours, visiblement le professeur fait allusion aux exercices effectués. Il le fait de façon plus variée et plus riche (réflexion, questions...) que dans l'épisode d'exercice 3 dont le discours a pourtant les caractéristiques de celui d'un cours magistral.

(4) Les épisodes 2 et 6 présentent des discours proches mais à propos de tâches distinctes. On peut essayer d'expliquer cette proximité des discours en recherchant directement dans le codage de la tâche (avant analyse factorielle) pour quels paramètres les épisodes 2 et 6 ont 1) la même valeur et 2) une valeur différente de celle des autres épisodes¹³³.

- On s'aperçoit qu'au sein des épisodes 1, 2 et 3 l'épisode 2 est le moins "libre" (voir l'étude de l'analyse de tâche ci-dessus page 93), ce qui le rapproche de l'épisode 6.
- Les épisodes 2 et 6 ont aussi en commun la répétition : l'épisode 6 répète huit fois la même tâche, l'épisode 2 répète deux fois la même tâche et est une suite du premier épisode où la tâche est aussi répétée (trois fois).
- Enfin, les épisodes 2 et 6 se ressemblent si l'on observe les échanges avec les élèves. Ce sont parmi les seuls épisodes (avec l'épisode de cours et le septième épisode) où le professeur ne pose pas des questions uniquement nominatives mais se permet des questions "à la cantonade", et ce sont parmi les seuls épisodes où le professeur reprend les idées exprimées par les élèves.

En résumé, ces deux épisodes (2 et 6) sont plus faciles, plus répétitifs que les autres, le professeur laisse visiblement plus de liberté d'expression aux élèves. Ces caractères communs peuvent expliquer la proximité des discours, on peut aussi penser au fait que, si

les élèves interviennent plus, ils peuvent influencer la nature ou l'objet du discours. Il est aussi possible bien sûr qu'un élément extérieur à ces analyses explique la proximité des discours.

e) BILAN.

Le discours se plie peu ici aux variations de la tâche. Sur des exercices se ressemblant, le professeur peut avoir un discours de correction simple ou un discours de cours magistral. Sur deux tâches différentes il peut avoir — influencé par les interventions des élèves ? — deux discours proches.

¹³³ L'analyse factorielle exprime de façon simple la structure la plus visible des épisodes et le fait que deux épisodes soient éloignés ne signifie pas qu'ils ne peuvent pas avoir de caractéristiques communes mais que, si elles existent, ces caractéristiques ne permettent pas d'expliquer cette "structure la plus visible".

II 4- Séance du professeur R sur les fonctions.

a) DESCRIPTION GLOBALE DE LA SÉANCE.

La séance a lieu en demi classe, au milieu du second trimestre. La classe est « d'un bon niveau » (le professeur), « motivée, vive agréable et sérieuse ; les élèves montrent une certaine curiosité intellectuelle » (le responsable vidéo). C'est aussi cette classe qui est présente lors de l'enregistrement de la séance "vecteurs". On peut noter par ailleurs qu'il n'y a qu'un redoublant, les élèves ont l'allemand pour première langue, apprennent le latin pour un tiers d'entre eux, et ont tous pour option "informatique appliquée aux sciences physiques".

C'est la première séance d'une « démarche d'approche intuitive de la notion de fonction à partir de 5 activités préparatoires » (le professeur). Ces activités sont conçues par le professeur, sans lien avec le manuel, deux des cinq activités sont traitées dans cette séance. Les représentations graphiques (construction point par point) de quelques fonctions affines par morceaux, de paraboles, d'hyperboles, quelques extremums ont été vus au passage dans certains devoirs. Les élèves n'avaient pas à préparer les exercices proposés.

La séance commence par un rappel de ce qui a déjà été vu par les élèves sur les fonctions : « Le mot "fonction" au collège, vous l'avez vu où ? Quand ? Dans quelle circonstance ? Représentant quel genre de chose ? ».

Présenté dans un cadre informatique, l'énoncé qui suit propose d'étudier trois fonctions («séquences») construites en composant dans trois ordres différents les trois opérations élémentaires («instructions») suivantes : «calculer [la] racine carrée positive», «calculer [le] carré» et «ajouter 1». Pour chacune des trois fonctions obtenues, il s'agit de donner (sous forme d'un petit tableau) la valeur de la fonction en 0, en 1, en 4 puis en a («on donne à x une valeur quelconque»). Les trois fonctions choisies par le professeur (et présentées aux élèves dans le cadre précédent ¹³⁴) sont : $f_1: x \mapsto \sqrt{(x+1)^2}$, $f_2: x \mapsto \sqrt{x^2+1}$ et $f_3: x \mapsto (\sqrt{x}+1)^2$. Une dernière question demande de comparer f_2 et f_3 .

L'énoncé suivant est dicté, (ABC) est un triangle rectangle en A , C varie sur une demi-droite issue de A (et perpendiculaire à (AB)), $AB = 1$ et $AC = x$ ($x > 0$). Il s'agit d'« exprimer le périmètre p du triangle en fonction de x ». Le professeur rajoute deux ques-

¹³⁴ C'est moi qui introduis toutes les notations et le vocabulaire fonctionnel.

tions : exprimer ce résultat sous forme d'une "séquence" (cf. première activité), valeurs pour $x = 1, 2$ puis 4.

La séance a été découpée en 7 épisodes, dont un est explicitement « du cours » (l'épisode 2).

Épisode 1	Le mot "fonction" au collège.	6 mn
Première activité :		
Épisode 2	Présentation du cadre informatique (vocabulaire...) de l'exercice.	7 mn
Épisode 3	Tableau de valeurs de la 1 ^{ère} "séquence" (correspondant à f_1).	6 mn
Épisode 4	Tableau de valeurs et simplification éventuelle de f_2 .	7 mn
Épisode 5	Tableau de valeurs de f_3 , comparaison de f_3 et f_2 .	8 mn
Seconde activité :		
Épisode 6	Formule du périmètre d'un triangle, tableau de valeurs.	10 mn
Épisode 7	Discussion de la mise sous forme de "séquence" de ce périmètre.	3 mn

b) ÉTUDE DE L'ANALYSE DE TÂCHE ACTIVITÉ.

(i) Représentativité des facteurs étudiés.

Inertie cumulée des facteurs retenus : 67% (% de l'inertie totale).

Paramètres mal représentés par ces facteurs : 0% (% des paramètres non constants).

Épisode mal représenté par ces facteurs : 0/6.

(ii) Hétérogénéité des épisodes et paramètres constants.

16 paramètres ont la même valeur sur tous les épisodes considérés (61 sont représentés).

La séance est une séance d'introduction, au second trimestre.

Le travail n'est pas préparé à la maison, il n'y a que très peu de temps de recherche en classe, le professeur ne passe pas dans les rangs et n'a pas d'exigence particulière.

La correction est dialoguée.

Les questions sont ouvertes mais il n'y a ni à reconnaître quelque chose, ni à interpréter, ni à adapter ou transformer. Le professeur ne veut ni introduire ni familiariser.

Les notions ne sont pas nouvelles, elles sont vues comme objet et il n'y a qu'un cadre par épisode.

(iii) Interprétation du premier facteur.

Le premier facteur oppose des épisodes difficiles¹³⁵ où il s'agit juste de réfléchir (ou de regarder le professeur réfléchir) à des épisodes plus simples, où il y a un travail numérique à fournir.

Je précise.

Les épisodes "de réflexion" sont menés en langage courant, ils sont de courte durée, en début ou en fin de séance, ce sont des exercices isolés, traitant de généralités sur les fonctions et d'algorithmes. Les exercices sont jugés difficiles par le professeur et le sont effectivement : la méthode, les outils, le cadre, le registre et le point de vue sont libres, il y a des initiatives à prendre, des analogies ou des mises en relation à faire, des intermédiaires à trouver, ce sont des questions nouvelles. Le professeur n'écrit pas au tableau, il interroge les élèves dans leur ensemble, les élèves interviennent peu, c'est le professeur qui donne les justifications.

Les épisodes "numériques" sont constitués d'exercices successifs et répétitifs. Le professeur écrit au tableau, il interroge les élèves par leur nom, ils interviennent davantage et les justifications sont dialoguées (mais les questions sont fermées par le professeur). Les énoncés sont beaucoup plus "cadrés" (méthode, outil...) et plus contextualisés. Le professeur veut réactualiser des connaissances, il fait des mises en garde.

(iv) Interprétation du second facteur.

Le second facteur oppose les épisodes plutôt sur le type de travail à fournir par les élèves : on trouve les épisodes¹³⁶ utilisant des situations anciennes, des connaissances à un niveau technique, où le professeur parle moins, les élèves aussi (ils ne donnent que de simples résultats, sont interrogés nominativement et n'interviennent pas sinon), le but du professeur est de faire acquérir des techniques.

Ces épisodes portent sur la définition des fonctions (cette question est vue comme "réponse à un problème"), les autres sur les algorithmes, les tableaux de valeurs et des généralités sur les fonctions (vues comme "extensions").

Ils sont plus longs que les autres, on les trouve en fin de séance.

Les autres épisodes sont caractérisés par un travail individuel des élèves qui doivent avoir des connaissances mobilisables, les situations sont inédites, le débat semble plus

¹³⁵ à gauche sur le Schéma 7.

¹³⁶ En bas sur le Schéma 7.

animé (le professeur parle plus, les élèves aussi), et plus riche (les idées des élèves sont plus reprises, ils expriment plus que de simples résultats, les justifications sont données).

(v) Bilan sur la séance.

Le premier facteur place d'un côté les épisodes aux énoncés très ouverts, le but est de réfléchir sur les fonctions (c'est plutôt le professeur qui réfléchit), et de l'autre côté des épisodes "de calcul" dont les énoncés sont plus cadrés.

Le second facteur oppose des épisodes "techniques" au débat assez pauvre à des séances pour lesquelles le débat (et le travail des élèves) semble plus riche.

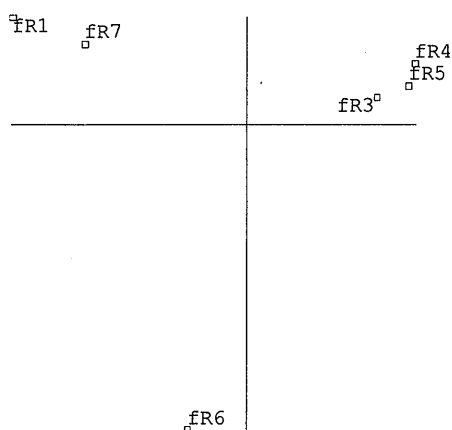


Schéma 7

Étude des tâches de la séance "fonction" du professeur R

Tous les épisodes d'exercice.

Facteurs :
1 horizontal,
2 vertical.

- Les épisodes 1 et 7 sont des épisodes de réflexion relativement "riches".
- Les épisodes 3, 4 et 5 sont des épisodes "de calcul" mais relativement "riches".
- L'épisode 6 est "technique", au débat assez pauvre (il est neutre pour le premier facteur).

c) ÉTUDE DE L'ANALYSE DE DISCOURS.

Deux ACP ont été nécessaires (une avec tous les épisodes de la séance, l'autre avec seulement les épisodes d'exercices, c'est à dire sans l'épisode 2).

Les plans factoriels considérés représentent respectivement 63% et 68%.

Les épisodes 6 et 7 ne sont pas très bien représentés dans ces deux plans factoriels.

Le professeur ne pose, pendant la séance, aucune question de structuration, ni de réflexion sur le lien (quand elles sont présentes, elles correspondent en général à des demandes de démonstration).

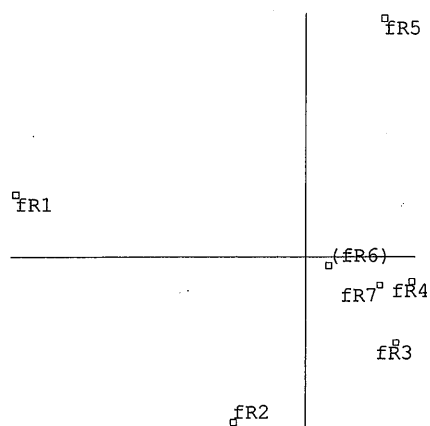


Schéma 8

Étude des discours de la séance "fonction" du professeur R.

Tous les épisodes.

L'analyse effectuée sans l'épisode de cours donne des résultats proches, la structure du nuage étant surtout marquée par la position du cinquième épisode. Dans la seconde analyse l'épisode 6 est mieux représenté, on obtient donc à son sujet quelques renseignements.

Facteurs :

1 horizontal.

2 vertical.

Les épisodes se regroupent comme suit.

- L'épisode 1 n'est pas contextualisé. L'objet du discours est centré sur les mathématiques décontextualisées et sur le lien. Il s'agit d'échanges d'information ou de structuration.
- L'épisode 2 (épisode de cours) est essentiellement marqué par un discours en langage courant d'information sur les mathématiques décontextualisées. Le professeur structure les mathématiques contextualisées.
- Les épisodes 3, 4 sont centrés sur les mathématiques contextualisées, il s'agit essentiellement d'échanges d'informations (l'épisode 7, flou sur les deux analyses, semble avoir ces caractéristiques aussi). Les épisodes 3 et 4 sont aussi marqués par la présence de discours de réflexion sur les mathématiques contextualisées et le lien.
- Le discours de l'épisode 5 est principalement un discours de réflexion. Il s'agit d'échanges sur les mathématiques décontextualisées ou contextualisées mais pas sur le lien.
- Il semble y avoir peu de questions dans l'épisode 6 (cet épisode est mal représenté dans la première analyse de discours et flou dans la seconde). Le professeur expose des réflexions sur l'exercice ou le lien et des structurations des mathématiques contextualisées.

d) CROISEMENT DES DEUX ÉTUDES.

(1) Les épisodes 3, 4 et 5 ont des tâches relativement proches.

La tâche est "numérique", cadrée, contextualisée, les exercices se suivent et sont répétitifs, le professeur corrige. L'analyse de tâche montrait déjà des indices d'un débat animé et riche (justifications données, idées des élèves reprises...).

Le discours du professeur correspond à des échanges d'information sur l'exercice dans les épisodes 3 et 4. Des passages de réflexion sont présents dans ces deux épisodes (sur l'exercice et le lien) et dominants dans l'épisode 5 (sur l'exercice et le cours).

(2) Les tâches et activités de l'épisode 6 sont atypiques au sein de la séance, c'est un épisode "technique", le débat y est pauvre. Le discours correspondant est lui aussi isolé. Le discours est un discours de réflexion ou de structuration de l'exercice ou de réflexion sur le lien (pas de questions). En rapprochant les épisodes 5 et 6 (et dans une moindre mesure les épisodes 3 et 4) on peut dire que ce professeur profite d'exercices "techniques" (épisode 6) ou "cadrés" et contextualisés (épisodes 3, 4 et 5) pour exposer des réflexions sur les mathématiques de l'exercice ou le lien (épisodes 3, 4 et 6) en faisant éventuellement participer les élèves (plus net pour l'épisode 5).

(3) Les épisodes 1 et 7 ont des tâches / activités proches : de réflexion (ouverts, difficiles, à propos de généralité) et riches (marques d'un débat dans l'analyse de tâche). Le discours de l'épisode 1 est constitué d'échanges d'informations et de structuration sur le cours et le lien, celui de l'épisode 7 d'échanges d'information sur l'exercice. L'étude directe du codage de la tâche de ces deux épisodes permet d'observer que ce qui pourrait expliquer la différence d'objet entre les deux discours est assez logiquement le sujet du problème posé : dans l'épisode 1 il s'agit de généralité sur les fonctions (en introduction de séance) dans l'épisode 7 il s'agit d'un problème d'algorithme (informatique) soulevé par les exercices précédents (suite des épisodes 3, 4, 5, et 6). L'analyse de tâche montre donc deux épisodes proches car ce sont deux épisodes qui "vont plus loin", alors que l'analyse de discours les sépare car leurs objets diffèrent.

e) BILAN.

On a donc observé que deux épisodes de réflexions peuvent être proches quant à leur tâche (ces épisodes sont associés à un énoncé "globalement ouvert" et "difficile"), alors que les discours correspondants sont nettement dissociés (l'objet du discours est notamment très variable).

II 5- Séance du professeur b sur les vecteurs.

a) DESCRIPTION GLOBALE DE LA SÉANCE.

Je rappelle ici que le professeur b travaille en parallèle avec le professeur B (même progression au cours de l'année, mêmes énoncés d'activité, contrôles communs...). Pour des raisons techniques cependant, la séance observée avec le professeur B sur les vecteurs n'a pas été la même que celle du professeur b, c'est la suivante dans leur progression.

Il s'agit d'une séance en demi groupe : 17 élèves sont présents. La classe est d'un niveau "moyen". La séance a lieu au premier trimestre. C'est la même classe que pour la séance "fonctions". C'est la première fois que les élèves abordent les vecteurs depuis l'année passée.

Les élèves ont préparé chez eux, à partir du manuel, les premières activités de la séance abordées ici.

Après une discussion courte sur « l'intérêt des vecteurs, finalement », le professeur fait donc travailler les élèves sur les "activités préparatoires" du manuel. La première activité abordée est un questionnaire (vrai / faux) : l'élève doit dire si une propriété est vérifiée ou non sur une figure (points et vecteurs tracés sur un quadrillage) : égalité de deux vecteurs (trois situations), somme de deux vecteurs (trois séries de trois situations revenant à étudier "les" sommes $\vec{AB} + \vec{BC}$, $\vec{AB} + \vec{AC}$ et $\vec{AB} + \vec{CD}$). Le professeur fait alors un bilan sur les différentes méthodes de construction de la somme de deux vecteurs déjà rencontrées. La seconde activité utilise une figure représentant deux parallélogrammes symétriques l'un de l'autre par rapport à un sommet, une première question (« trouver tous les vecteurs égaux au vecteur ... ») introduit la "notation \vec{u} " (appellation des vecteurs sans allusion à des extrémités), la seconde question est un exercice à trou du type $\vec{BG} + \vec{DA} = \vec{C}_{_}$. Le professeur introduit alors la définition de la différence de deux vecteurs et propose ensuite un exercice tiré du manuel : sur un quadrillage, un point et deux vecteurs sont tracés, il s'agit de tracer la somme et la différence des deux vecteurs à partir du point donné.

Cette séance comporte 10 épisodes. Deux épisodes ont été classés comme cours : les épisodes 6 et 9.

Épisode 1	Discussion sur l'"intérêt" des vecteurs	5 mn
Première activité (questionnaire vrai / faux, préparé) :		
Épisode 2	Trois situations à propos de l'égalité de deux vecteurs	3 mn

Épisode 3	Trois situations à propos de sommes $\vec{AB} + \vec{BC}$	4 mn
Épisode 4	Trois situations à propos de sommes $\vec{AB} + \vec{AC}$	9 mn
Épisode 5	Trois situations à propos de sommes $\vec{AB} + \vec{CD}$.	5 mn
Cours :		
Épisode 6	Bilan méthodologique sur la somme de deux vecteurs.	5 mn
Deuxième situation (préparée) :		
Épisode 7	Égalité de vecteurs, notation \vec{u} .	3 mn
Épisode 8	Exercice à trous : somme de vecteurs, représentants de vecteurs.	7 mn
Cours :		
Épisode 9	Introduction de la différence de deux vecteurs.	8 mn
Application :		
Épisode 10	Tracé d'une somme et d'une différence, représentants de vecteurs	6 mn

b) ÉTUDE DE L'ANALYSE DE TÂCHE ACTIVITÉ.

Une première ACM a été effectuée, regroupant tous les épisodes (qui ne sont pas du cours), et au vu de ses résultats (voir ci-dessous) une seconde analyse, sans les épisodes 1 et 10, a été nécessaire.

(i) Première partie : épisodes 1 et 10.

Représentativité des facteurs étudiés.

Inertie cumulée des facteurs retenus : 60% (% de l'inertie totale).

Paramètres mal représentés par ces facteurs : 12% (% des paramètres non constants)¹³⁷.

Épisodes mal représentés par ces facteurs : 2/8 (ce qui est aussi relativement élevé).

Les épisodes 1 et 10 sont représentés à 99% par ce plan factoriel, les 6 autres le sont en moyenne à 24% (de 2% à 45%). L'épisode 1 est représenté à 82% par le premier facteur et l'épisode 10 à 89% par l'axe 2.

Je vais donc présenter cette analyse comme une description de l'épisode 1 (facteur 1) et de l'épisode 10 (facteur 2), je ferais une étude séparée des 6 autres épisodes.

¹³⁷ C'est un pourcentage relativement élevé.

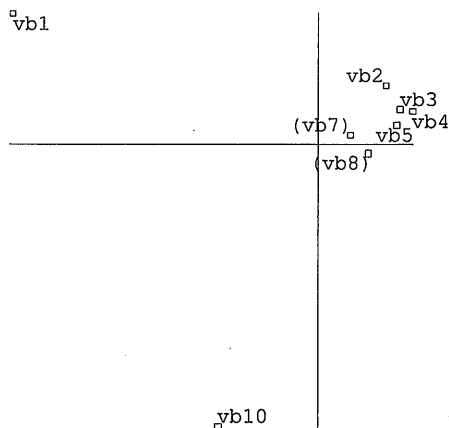


Schéma 9

Étude des tâches de la séance "vecteur" du professeur b

Tous les épisodes d'exercice.

Facteurs :

1 horizontal,

2 vertical.

Hétérogénéité des épisodes et paramètres constants.

11 paramètres sur les 55 représentés ont la même valeur sur tous les épisodes considérés (relative hétérogénéité des tâches).

Le cadre des épisodes est fixe (cadre géométrique), dans les exercices les élèves n'ont pas le choix du registre, il n'y a pas de changement de point de vue, il n'y a pas d'habillage, la correction est toujours dialoguée (le professeur "triche") et les idées des élèves sont rarement reprises.

Interprétation du premier facteur.

Le premier facteur oppose l'épisode 1 aux sept autres.

L'épisode 1 est caractérisé par un niveau de conceptualisation plus élevé, on y parle de vecteurs plus que de somme de vecteurs, le registre est la langue courante, le but est "juste" de réfléchir, il n'y a pas de raisonnement, les justifications ne sont pas données (ou alors par le professeur), les mathématiques sont décontextualisées. C'est un épisode qui n'est pas préparé à la maison, c'est un exercice isolé, qui n'est pas répété. La question est ouverte et globalement c'est un exercice qui demande plus d'initiative de la part des élèves (la question est nouvelle, il faut reconnaître, conjecturer, mettre en relation).

Interprétation du second facteur.

Le second facteur oppose l'épisode 10 aux sept autres.

L'épisode 10 semble être un problème de construction, où les notions (plutôt la somme de vecteurs) sont utilisées comme outil, les connaissances sont utilisées à un niveau technique. Elle est en fin de séance et n'est pas préparée à la maison. Il s'agit d'un travail individuel, pour lequel les élèves ont du temps. Le professeur passe dans les rangs et un élève va corriger au tableau. La situation est nouvelle, il faut introduire un intermédiaire, le professeur juge d'ailleurs cet exercice plutôt difficile, et fait des mises en garde.

Le professeur interroge les élèves par leur nom.

(ii) Seconde partie : autres épisodes.

Représentativité des facteurs étudiés.

Inertie cumulée des facteurs retenus : 73% (% de l'inertie totale).

Paramètres mal représentés par ces facteurs : 3% (% des paramètres non constants).

Épisode mal représenté par ces facteurs : 0/6.

Hétérogénéité des épisodes et paramètres constants.

Les épisodes considérés sont très homogènes : 30 paramètres sur 60 représentés ont la même valeur sur ces épisodes.

Les notions sont vues en tant qu'objet, dans le cadre géométrique et le registre graphique uniquement (et sans habillage), le seul contrôle possible pour les élèves est visuel.

Le professeur souhaite réviser et familiariser sans plus (pas d'introduction, pas de réactualisation).

Tous les problèmes posés sont des problèmes de configuration, il n'y a pas de décontextualisation. Les raisonnements sont "simples" (direct, rien à reconnaître, rien à conjecturer, pas de mise en relation).

Les exercices ont été préparés et se suivent, la (re)recherche est courte. La recherche, les justifications et la correction sont dialoguées, les idées des élèves sont peu reprises, le professeur "triche". Le professeur écrit systématiquement au tableau et ne passe pas dans les rangs.

Interprétation du premier facteur.

Le premier facteur oppose des épisodes préliminaires¹³⁸ (sur la somme de vecteurs) à des épisodes d'introduction (plus axés sur les vecteurs).

Dans les épisodes préliminaires, les notions sont vues comme des extensions, la conceptualisation est peu élevée. Ce sont des notions anciennes vues dans des situations connues. Les connaissances doivent être mobilisables (on utilise surtout des théorèmes), les questions sont plutôt fermées mais il y a quelques difficultés dans la tâche à effectuer (interprétation, transformation...), le professeur le pense aussi. Par ailleurs, il veut faire travailler

des techniques, il fait des mises en garde. Il parle beaucoup, les élèves expriment plus que de simples résultats.

Dans les épisodes introductifs, les notions sont nouvelles, elles sont vues comme étant généralisatrices (FUG), elles sont plus conceptualisées et utilisées à un niveau technique. Le but du professeur est de faire acquérir des connaissances, il trouve les exercices faciles. Les questions sont ouvertes, il s'agit plus d'un travail de lecture de dessin, l'utilisation des seules définitions est nécessaire. Le professeur parle peu, les élèves donnent juste des résultats. Ce sont des épisodes courts.

Interprétation du second facteur.

Le second facteur dégage un premier type d'épisode¹³⁹. Des énoncés ouverts, laissant beaucoup de liberté (méthode, outil, intermédiaire à introduire) et d'initiative, la situation et les questions sont nouvelles. Les exercices sont répétitifs. Les connaissances sont utilisées à un niveau technique, le professeur juge ces exercices difficiles. Ce sont des épisodes en fin de séance, plutôt longs.

Le second type d'épisode dégagé, qui s'oppose au premier, propose des questions fermées, moins libres... Les questions et les situations sont anciennes, les notions doivent être mobilisables. Il s'agit de questionnaire de type vrai/faux, les élèves interviennent moins spontanément que pour les épisodes ci-dessus.

Résumé de cette description.

Le premier facteur oppose des épisodes préliminaires sur des techniques à propos de la somme de vecteurs à des épisodes introductifs à propos de notions nouvelles plus conceptualisées.

Le second facteur oppose des exercices difficiles et plutôt nouveaux (pour lesquels les notions sont utilisées à un niveau technique) à des questions plus simples (vrai/faux) sur des notions anciennes qui doivent être mobilisables.

¹³⁸ à gauche sur le Schéma 10.

¹³⁹ En bas sur le Schéma 10.

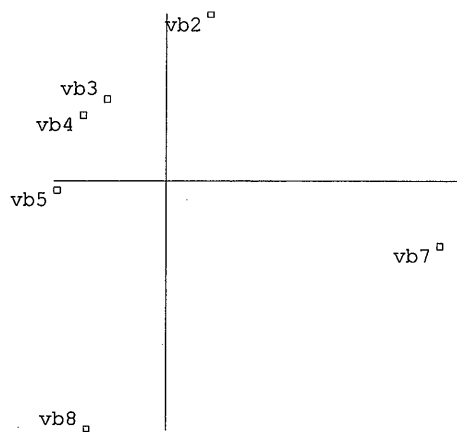


Schéma 10

Étude des tâches de la séance "vecteur" du professeur b

Tous les épisodes d'exercice sauf les épisodes 1 et 10.

Facteurs :

- 1 horizontal,
- 2 vertical.

(iii) Bilan.

En résumé.

- Le premier épisode est plus ouvert que les autres (énoncé, initiative...) et sans contrainte (pas de justification...).
- Les épisodes 2, 3, 4 et 5 sont des épisodes de préliminaires simples, sur des notions anciennes. Avec quelques nuances : l'épisode 2 a certaines caractéristiques d'épisodes d'introduction (facteur 1 de la seconde analyse, page 107) et l'épisode 5 est plus ouvert et plus difficile que les trois autres (facteur 2 de la seconde analyse, page 108).
- L'épisode 7 est un épisode d'introduction plutôt difficile avec des exercices nouveaux.
- L'épisode 8 est un épisode préliminaire, mais sur des notions nouvelles, les exercices sont nettement plus difficiles que pour les épisodes 2, 3, 4 et 5.
- L'épisode 10 est un problème plutôt difficile pour lequel le professeur fait attention au travail des élèves.
- Les épisodes 6 et 9 sont classés comme cours.

On peut remarquer que les épisodes 8 et 10 sont proches (ils sont séparés ici car issus de deux analyses distinctes).

c) ÉTUDE DE L'ANALYSE DE DISCOURS.

Quatre ACP m'ont été utiles ici :

- une première regroupant tous les épisodes de la séance,
- la seconde étudiait tous les épisodes sauf les épisodes de cours,
- une troisième analyse a été nécessaire pour faire disparaître l'influence (constatée ci-dessous) de l'épisode 1.
- la quatrième analyse élimine en plus l'épisode 10, pour pouvoir faire un parallèle avec les analyses de tâche.

(i) Première partie : comparaison cours / exercices.

La première analyse est une ACP des discours de tous les épisodes de la séance. Les deux premiers axes représentent 41% de l'inertie, les épisodes sont bien représentés.

Le premier axe oppose les épisodes 1, 6 et 9 aux autres épisodes. Les épisodes 6 et 9 ont été classés comme cours, l'épisode 1 est atypique dans l'analyse de tâche-activité ci-dessus (voir page 106). On peut donc dire que la structure principale des discours de cette séance est une opposition entre les discours d'exercices et les autres.

On peut dire que les épisodes d'exercices traitent de mathématiques contextualisées ou de lien alors que les épisodes de cours et l'épisode 1 n'abordent que les mathématiques décontextualisées (axe 1 de l'analyse).

Plus précisément, et en prenant en compte l'axe 2, on trouve deux types d'épisodes de cours et deux types d'épisodes d'exercices.

- L'épisode 9 est un épisode de réflexion et de structuration en langage courant sur des mathématiques décontextualisées (avec questions), des informations en langage mathématique sont données (avec questions).
- Les épisodes 1 et 6 sont des épisodes d'information et de structuration sur des mathématiques décontextualisées, en langage mathématique ou courant. Il n'y a pas de question.
- L'épisode 4 (et dans de moindres proportions le 5) se détache et semble caractérisé par un discours centré sur le lien : structuration ou information (la teneur est indifférente).
- Les autres épisodes (2, 3, 7, 8 et 10) peuvent être scindés en deux groupes : les épisodes 2, 3 et 7 semblent caractérisés par la présence d'échange de réflexion sur le lien, les épisodes 8 et 10 centrés principalement sur les mathématiques contextualisées sont plus divers. Mais ces distinctions seront précisées dans les analyses suivantes.

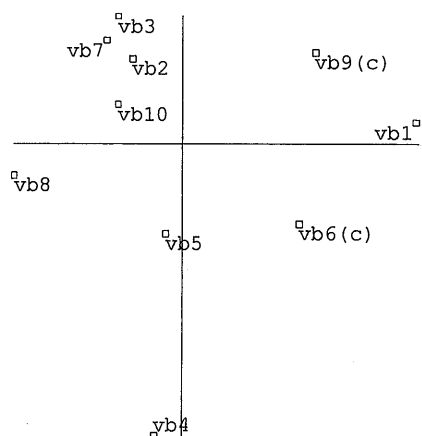


Schéma 11

Étude des discours de la séance "vecteur" du professeur b

Tous les épisodes.

Facteurs :
1 horizontal,
2 vertical.

(ii) Seconde partie : exercices.

La seconde analyse effectuée (sans les épisodes 6 et 9, de cours) donne les mêmes résultats que la première : l'épisode 1 continue à marquer le pôle "cours" dans le plan factoriel, les épisodes d'exercices se rassemblent de façon similaire avec le même type de caractéristiques. La troisième analyse a donc été menée sans les épisodes 6, 9 et 1.

Le premier axe de cette troisième analyse correspond au regroupement évoqué ci-dessus (épisodes 2, 3, 7 d'un côté, et épisodes 4 et 5 de l'autre, les épisodes 8 et 10 sont mal représentés par le premier axe).

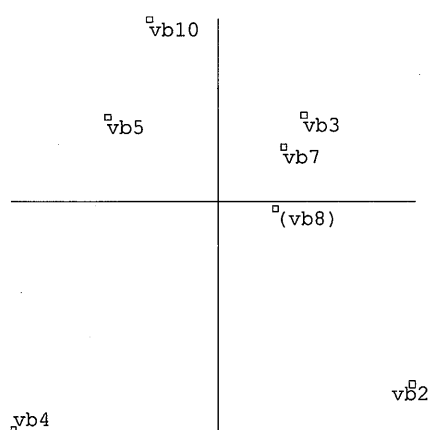


Schéma 12

Étude des discours de la séance "vecteur" du professeur b

"3^{ème} analyse" : tous les épisodes d'exercice sauf l'épisode 1.

Facteurs :
1 horizontal,
2 vertical.

Plus précisément (en exploitant essentiellement la troisième analyse, et en s'aidant de la quatrième pour les épisodes 3 et 4, de la seconde pour l'épisode 8) :

- Le discours de l'épisode 2 comporte une partie sur les mathématiques décontextualisées (structuration en langage courant ou information en langages mathématiques) et une partie de questions d'information sur l'exercice ou de réflexion sur l'exercice ou le lien).
- Les discours des épisodes 3 et 7 sont proches. Ils sont axés principalement sur la réflexion (et la structuration pour l'épisode 3). Les deux épisodes traitent en grande partie de mathématiques décontextualisées, ceci est complété, dans l'épisode 3, par quelques passages (sans question) sur les mathématiques contextualisées, et dans l'épisode 7, sur le lien (avec des questions).
- La caractéristique principale du discours de l'épisode 4 est de porter sur le lien. Il s'agit essentiellement de structurer et la majeure partie du discours est faite en langage courant. Il y a quelques passages d'information sur les mathématiques décontextualisées.
- Le discours de l'épisode 5 est un discours d'information ou de structuration sur le lien ou les mathématiques contextualisées (pas de questions).

- Les discours des épisodes 8 et 10 se ressemblent. Ils semblent plus contextualisés que les autres, il y a des questions de réflexion et de la structuration contextualisée (sans doute une démonstration ?). Il y a plus de questions dans l'épisode 8.

d) CROISEMENT DES DEUX ÉTUDES.

(1) Les discours des épisodes 1, 6 et 9 sont relativement proches, alors qu'ils regroupent deux activités différentes : les épisodes 6 et 9 sont du cours alors que l'épisode 1 n'a pas été classé comme cours. Le discours observé n'est pas surprenant pour des épisodes de cours, l'est-il pour l'épisode 1 ?

La tâche de l'épisode 1 était cependant atypique parmi celles de la séance, on y parle de vecteurs de façon décontextualisée, sans contrainte (vocabulaire, justification...) c'est un exercice très ouvert (mises en relation, analogies...). Le type de discours observé n'est donc pas surprenant, sauf en ce qui concerne l'absence relative de question.

On pourrait dire que dans l'épisode 1 le professeur se sert d'un exercice comme prétexte pour faire du cours (en tout cas au niveau du discours).

(2) On note aussi que les épisodes 3 et 7 ont des discours proches tout en correspondant à des tâches différentes.

L'épisode 3 est un exercice préliminaire simple sur des notions anciennes, l'épisode 7 est un épisode d'introduction plus difficile avec des exercices nouveaux. Visiblement, d'après le discours présent pendant l'épisode, ici aussi (voir le point (1) ci-dessus) le professeur profite de l'épisode 3 pour faire des rappels (peu de questions, mathématiques décontextualisées et structuration).

(3) Les épisodes 8 et 10 ont des tâches proches (exercice difficile, sur des notions nouvelles, le professeur est plus exigeant pour la 10) et des discours proches (contextualisés avec démonstration).

(4) Les épisodes 2, 3, 4 et 5 sont relativement homogènes quant à leur tâche (épisodes préliminaires simples, le 5 étant un peu plus difficile), leurs discours diffèrent.

Le discours évolue ainsi : dans l'épisode 2 le professeur informe et structure les mathématiques décontextualisées, les élèves sont sollicités sur l'exercice ; dans l'épisode 3 la réflexion décontextualisée est plus marquée, l'exercice n'est plus qu'un prétexte, les élèves sont très peu sollicités (déjà vu) ; dans l'épisode 4, on a de l'information décontextualisée accompagnée de discours vers l'exercice (lien, structuration), avec toujours peu de questions ;

enfin, l'épisode 5 n'est plus l'occasion de parler de mathématiques décontextualisées, le professeur structure ou informe sur l'exercice ou le lien, les élèves ne sont pas sollicités.

Tout semble donc se faire au début de ces 4 épisodes : dans le second épisode les élèves s'approprient l'exercice et le professeur commence à donner les connaissances nécessaires, l'épisode 3 est un épisode de réflexion (exposée par le professeur), et les épisodes 4 et 5 semblent être des épisodes d'application (les élèves participent beaucoup moins)

e) BILAN.

On peut observer dans cette séance une certaine liaison entre la "difficulté" de la tâche abordée et le fait que le professeur a un discours contextualisé (épisodes 5, 8 et 10). On voit aussi la capacité du professeur à s'emparer d'un exercice pour faire du cours (épisodes 1, 3 et 2-3-4-5).

II 6- Séance du professeur B sur les vecteurs.

a) DESCRIPTION GLOBALE DE LA SÉANCE.

Je rappelle ici que le professeur b travaille en parallèle avec le professeur B (même progression au cours de l'année, mêmes énoncés d'activité, contrôles communs...). Pour des raisons techniques cependant, la séance observée avec le professeur B sur les vecteurs n'est pas la même que celle du professeur b, nous observons ici une séance légèrement postérieure à celle du professeur b.

Cette séance a eu lieu au premier trimestre, en classe entière (même classe que pour la séance sur les fonctions : niveau moyen). Après avoir recadré les notions connues sur les vecteurs (définition, somme...) et introduit quelques nouvelles notions annexes¹⁴⁰, l'enseignant a fait faire à la classe un travail (sans formalisation, ni institutionnalisation) à partir des énoncés du manuel sur la multiplication d'un vecteur par un nombre entier positif, puis par un nombre rationnel positif (ou décimal simple). Il continue là en utilisant de plus des nombres négatifs (toujours en suivant le manuel¹⁴¹ et toujours sans formalisation, ni institutionnalisation).

Plusieurs activités sont travaillées avant que le professeur ne fasse un bilan sur la multiplication des vecteurs par un nombre. La première consiste à placer sur une droite la seconde extrémité d'un vecteur défini par la multiplication d'un vecteur fixe par un nombre (3.5, -3/4, 7/4 puis -2.5). La seconde comporte trois questions indépendantes sur une même figure (cinq points placés sur des graduations d'une droite graduée). Il faut tout d'abord compléter des égalités du type $\vec{CE} = _ \vec{BA}$ (nombres à trouver : 2, 5/6, -1/2 puis -1/3). Il faut ensuite exprimer une somme de deux vecteurs en fonction d'un vecteur fixé (ce vecteur est un vecteur unitaire, les résultats à trouver sont entiers : 5, 1, 7 puis 0). Enfin la dernière question, décontextualisée, demande comment on voit, sur le dessin, le signe du nombre k dans $\vec{MP} = k \vec{MN}$. Ces deux activités sont suivies d'un récapitulatif dicté et commenté sur la définition de la multiplication d'un vecteur par un nombre. Le professeur enchaîne sur les propriétés de la multiplication (distributivité, pseudo associativité...). Il propose ensuite un exercice d'application issu du manuel : à propos de trois figures (quatre points sur un quadrillage)

¹⁴⁰ Voir par exemple la séance du professeur b ci-dessus.

¹⁴¹ Voir énoncé en annexe.

il faut dire si oui ou non il existe k tel que $\vec{AB} = k \vec{CD}$ (seule la troisième réponse est négative). Le professeur transforme la question en « il s'agit à chaque fois de trouver le nombre k ».

Cette séance a été découpée en 7 épisodes dont deux de cours : les épisodes 5 et 6.

Première activité (un point et un vecteur sur une droite) :

Épisode 1 Construction de points définis par un produit $k\vec{u}$. 6 mn

Seconde activité (points sur une droite graduée) :

Épisode 2 Exercice à trous sur le modèle $\vec{CE} = \vec{BA}$. 5 mn

Épisode 3 Exercice à trous sur le modèle $\vec{AB} + \vec{CD} = \vec{CE}$. 6 mn

Épisode 4 Comment lire le signe de k sur le dessin ? 3 mn

Cours :

Épisode 5 Définition de la multiplication d'un vecteur par un nombre. 13 mn

Épisode 6 Propriétés de cette multiplication. 5 mn

Application :

Épisode 7 Existence et lecture de k sur un schéma. 10 mn

b) ÉTUDE DE L'ANALYSE DE TÂCHE ACTIVITÉ.

Représentativité des facteurs étudiés.

Inertie cumulée des facteurs retenus : 67% (% de l'inertie totale).

Paramètres mal représentés par ces facteurs : 3% (% des paramètres non constants).

Épisode mal représenté par ces facteurs : 1/5.

Hétérogénéité des épisodes et paramètres constants.

Beaucoup de paramètres ont la même valeur sur tous les épisodes considérés (24 sur 60 représentés).

Tout le contexte mathématique est constant (produit d'un vecteur par un nombre, vu dans le cadre géométrique, dans le registre graphique, c'est un concept nouveau vu à un niveau de conceptualisation relativement élevé, seul le type de problème varie). De même, l'activité des élèves est assez homogène (il n'y a pas d'interprétation à faire, il faut conjecturer, pas de perte d'information, pas de mise en relation, pas d'intermédiaire, la situation et les questions sont nouvelles, la production demandée et les moyens de contrôle mis en

jeu sont variables). Les attentes de l'enseignant sont stables (pas de mise en garde, il ne s'agit ni de réviser, ni de réactualiser, pas toujours d'introduire mais toujours de familiariser).

Il n'y a jamais de changement de point de vue et les élèves ne se servent que de définitions.

Interprétation du premier facteur.

Le premier facteur oppose des épisodes de correction d'exercices assez simples de construction et de calculs, à des épisodes après le cours dont les exercices semblent plus ardu.

Les épisodes¹⁴² qui ne sont pas après le cours sont des épisodes d'introduction, ils sont plus courts que les autres, ils sont préparés à la maison, la correction est magistrale, un élève vient au tableau et il n'y a pas de temps de (re)recherche, c'est le professeur qui donne les justifications, il interroge les élèves par leur nom, les élèves ne participent pas. Il s'agit d'une suite d'exercices fermés (question fermée, outil, cadre, registre imposés).

Les épisodes après le cours sont plus longs, les élèves disposent d'un temps de recherche individuel, le professeur passe dans les rangs, il s'agit d'exercices isolés, très ouverts, des raisonnements logiques sont nécessaires, les connaissances doivent être mobilisables, les réponses sont sous forme "vrai/faux". Pendant la phase d'échange, le professeur écrit au tableau, les élèves donnent des résultats, ils sont interrogés globalement par le professeur qui reprend leurs idées, la justification des réponses est dialoguée mais le professeur ferme les questions.

Interprétation du second facteur.

Le second axe permet de juger de la difficulté supposée par le professeur des exercices proposés.

Les épisodes¹⁴³ "faciles" sont caractérisés par des exercices jugés faciles par le professeur, pour lesquels il exige que le travail soit fait, il parle peu et ne triche pas pendant la correction, les énoncés sont effectivement très fermés, même la méthode est donnée.

Bilan sur la séance.

Le premier axe oppose des épisodes de correction classique à des épisodes de recherche et de discussion d'exercices.

¹⁴² à gauche sue le Schéma 13.

Le second facteur donne un classement de la difficulté des exercices et des exigences du professeur.

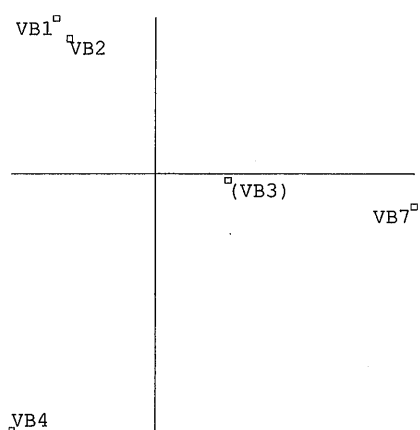


Schéma 13

Étude des tâches de la séance "vecteur" du professeur B

Tous les épisodes d'exercice.

Facteurs :
1 horizontal,
2 vertical.

On retrouve les épisodes ordonnés comme suit.

- Les épisodes 1 et 2 sont des épisodes de correction, dont les exercices sont faciles et pour lesquels le professeur est exigeant.
- L'épisode 4 est un épisode de correction mais dont les exercices sont plus ardues et pour lesquels le professeur est moins exigeant.
- L'épisode 7 est un épisode de recherche et de correction d'un exercice très ouvert.
- L'épisode 3 est mal représenté.
- Les épisodes 5 et 6 ont été classés comme cours.

c) ÉTUDE DE L'ANALYSE DE DISCOURS.

Deux ACP ont été nécessaires à cette étude (avec et sans les épisodes de cours). Le plan factoriel considéré représente dans les deux cas 64% de l'inertie totale.

Les séances d'exercice ont un discours relativement homogène : il n'y a aucune question de structuration (quel que soit l'objet), très peu de questions de réflexion-argumentation, et de façon générale peu de réflexion-argumentation.

¹⁴³ en haut sur le Schéma 13.

Schéma 14 (Étude des discours de la séance "vecteur" du professeur B).

<div style="position: relative; height: 100px;"> vB2 vB7 vB3 vB4 vB1 </div>	<div style="position: relative; height: 100px;"> vB5 (c) vB6 (c) </div> <p>Tous les épisodes.</p> <p>Facteurs : 1 horizontal. 2 vertical.</p>	<div style="position: relative; height: 100px;"> vB1 </div>	<div style="position: relative; height: 100px;"> vB4 vB3 vB2 vB7 </div> <p>Tous les épisodes d'exercices.</p> <p>Facteurs : 1 horizontal. 2 vertical.</p>
--	--	--	--

- Les deux épisodes de cours se détachent nettement. Ils ne traitent quasi exclusivement que de mathématiques décontextualisées. Et, réciproquement, les mathématiques décontextualisées sont principalement abordées dans ces épisodes. Le discours de l'épisode 5 est dans une langue mathématiquement plus soutenue et contient plus de questions que celui de l'épisode 6.
- Le discours de l'épisode 1 est varié. Il se déroule surtout en langue courante. Il est marqué par la présence d'information (sur les trois objets), de réflexion sur les mathématiques contextualisées, de structuration sur le lien. Il n'y a pas de question.
- L'épisode 4 n'est pas marqué par la présence de questions. Le professeur expose de la structuration de mathématiques décontextualisées, quelques réflexions sur le lien et des informations sur l'exercice. L'épisode 3 présente les mêmes caractéristiques mais on peut noter la présence de questions et le fait que le discours est plus orienté sur le lien et plus formel.
- Le discours de l'épisode 7 traduit des échanges d'informations en langues mathématiques (sur les trois objets), des échanges de réflexions sur le lien et les mathématiques de l'exercice et de la structuration en langue courante sur l'exercice.
- L'épisode 2 est mal représenté dans l'analyse des épisodes d'exercices seuls. Dans l'analyse avec les épisodes de cours il est surtout caractérisé par l'opposition cours/exercices qui, en fait, est trop marquée pour permettre d'observer autre chose. Dans cette analyse, les épisodes 5 et 6 rassemblent tous les discours décontextualisés, l'épisode 1 est isolé par la teneur de son discours (langue courante) et les autres épisodes (2, 3, 4 et 7) sont regroupés, par défaut.

Il est remarquable que les discours sont variés au sein même de chaque épisode. Les épisodes 1, 3, 4 et 7 abordent les trois objets, et proposent les trois fonctions possi-

bles (tous les croisements possibles ne sont pas en présence dans les quatre épisodes). Les nuances se jouent plus sur la teneur. Les épisodes 3 et 4 ne comportent pas de question alors que les épisodes 5 et 7 en contiennent beaucoup, le discours de l'épisode 1 est nettement en langage courant (de même dans une moindre mesure l'épisode 4).

d) CROISEMENT DES DEUX ÉTUDES.

Les épisodes 1 et 2 ont des tâches proches, le professeur n'y propose pas le même type de discours. Le discours de l'épisode 2 n'a pas été très bien cerné, mais il se distingue de celui de l'épisode 1, essentiellement par le fait que le discours du premier épisode est en langue courante et comporte peu de questions. Le détail du codage de la tâche confirme la proximité des deux épisodes, l'épisode 1 est cependant plus ouvert, il s'agit d'un problème de construction alors que l'épisode 2 consiste en une étude de configuration, mais la différence qui peut le mieux expliquer les variations de discours entre les deux épisodes, et même entre l'épisode 1 et les autres épisodes d'exercice, est le fait que, dans l'épisode 1, un élève corrige l'exercice au tableau.

(2) Les épisodes 1, 4 et 7¹⁴⁴ forment une progression au niveau de la tâche : correction d'un exercice simple (élève au tableau), correction d'un exercice plus ardu pour lequel le professeur est moins exigeant, recherche d'un exercice très ouvert. On peut noter que le professeur pose plus de questions dans les épisodes non préparés (recherche), et que plus l'exercice est difficile plus le professeur utilise un langage mathématiquement soutenu ou parle d'objets plus décontextualisés.

e) BILAN.

La variété des discours au sein de chaque épisode au long de cette séance est remarquable.

On a vu aussi une mathématisation du discours liée à l'ouverture de la tâche.

Le paramètre "élève au tableau" semble avoir une influence importante sur le discours.

¹⁴⁴ Ces trois épisodes sont les seuls épisodes de la séance à être bien représentés à la fois dans l'analyse de tâche et dans l'analyse de discours.

II 7- Séance du professeur M sur les vecteurs.

a) DESCRIPTION GLOBALE DE LA SÉANCE.

La séance a lieu en fin de premier trimestre en classe entière. Il ne s'agit pas de la même classe que pendant la séance observée avec ce professeur à propos des fonctions : cette classe-ci est faible aux dires du professeur (par ailleurs on note la présence de 6 redoublants, de 13 élèves "en retard" sur 34, c'est une classe à options SES¹⁴⁵, apprenant majoritairement l'espagnol en seconde langue, en fin d'année 4 élèves seront orientés en première scientifique, 10 redoubleront).

C'est la première séance de géométrie de l'année.

Après avoir demandé rapidement aux élèves leurs souvenirs de 3^{ème} à propos des vecteurs, le professeur leur distribue une feuille non quadrillée sur laquelle est dessiné un triangle. Le professeur demande alors de construire successivement plusieurs points (les questions sont faites pour que les élèves utilisent certaines méthodes ou certaines propriétés) : il fait travailler ainsi les propriétés du parallélogramme (milieu des diagonales, côtés opposés), il fait utiliser une translation et les propriétés de l'égalité de vecteurs. Le professeur propose ensuite un bilan de l'exercice en comparant les souvenirs de 3^{ème} et les méthodes utilisées. Il utilise ensuite la figure précédente pour faire lister aux élèves les familles de vecteurs égaux en présence (il aborde la caractérisation de l'égalité de deux vecteurs, introduit la notation \vec{u} et reformalise certaines égalités à l'aide de translations). Le professeur institutionnalise alors la caractérisation de l'égalité de deux vecteurs, puis fait un rappel sur la relation de Chasles, les translations et montre une relation entre la composition des translations et la relation de Chasles. La séance se termine par un exercice d'application consistant à construire à la règle (non graduée) et au compas l'image d'un parallélogramme par une translation.

Cette séance est découpée en onze épisodes dont trois épisodes de cours (6, 9 et 10).

Épisode 1	Souvenirs de 3 ^{ème} sur les vecteurs.	2 mn
Construction de points (A , B et C donnés) :		
Épisode 2	Le point D tel que $[B, C]$ et $[A, D]$ aient même milieu.	5 mn
Épisode 3	Le point E tel que $(ABCE)$ parallélogramme.	4 mn
Épisode 4	Le point F tel que $F = t_{\vec{AD}}(E)$.	4 mn

¹⁴⁵ Sciences économiques et sociale.

Épisode 5	Le point G tel que $\vec{AG} = \vec{CB}$.	8 mn
Suite de la séance :		
Épisode 6	Bilan des méthodes de l'exercice et des souvenirs de 3 ^{ème} .	3 mn
Épisode 7	Repérage de tous les vecteurs égaux sur la figure.	16 mn
Épisode 8	Reformulation utilisant les translations, construction.	6 mn
Épisode 9	Caractérisation de l'égalité de deux vecteurs.	4 mn
Épisode 10	Relation de Chasles et translations.	9 mn
Épisode 11	Image d'un parallélogramme donné par une translation.	5 mn

b) ÉTUDE DE L'ANALYSE DE TÂCHE ACTIVITÉ.

Deux ACM ont été nécessaires ici. La première oppose fortement le premier épisode aux autres. Une seconde analyse a donc été effectuée sans l'épisode 1.

(i) Première analyse : caractérisation de l'épisode 1.

Représentativité des facteurs étudiés.

Inertie cumulée des facteurs retenus : 50% (% de l'inertie totale).

Paramètres mal représentés par ces facteurs : 11% (% des paramètres non constants).

Épisode mal représenté par ces facteurs : 1/8.

Hétérogénéité des épisodes et paramètres constants.

Il y a 16 paramètres sur 56 représentés ont la même valeur sur tous les épisodes considérés.

Tout se passe dans le cadre graphique. Les questions sont ouvertes, sans habillage, sans changement de point de vue, sans interprétation, sans adaptation, pertes d'informations, les raisonnements nécessaires sont des raisonnements logiques, les situations ne sont pas nouvelles.

Les exercices ne sont pas préparés. Le professeur veut faire réviser, il n'introduit rien de nouveau, ne fait pas de mise en garde.

Interprétation du premier facteur.

Dans le nuage des épisodes, le premier épisode («Quels souvenirs vous évoque le mot "vecteur" ?») se détache nettement sur le facteur 1 (il est représenté à 98% par ce facteur et les autres le sont, en moyenne, à 6%). On retrouve donc ici essentiellement ses caractéristiques.

Le premier facteur est lié au début de séance. On y retrouve un discours dans le langage courant, à propos des vecteurs en général, le travail demandé est un travail de réflexion décontextualisé, la recherche se fait avec la classe, peu de temps y est consacré, les justifications ne sont pas données, les questions sont très ouvertes, le cadre, le registre, les outils sont libres, les connaissances doivent être mobilisables.

Le professeur ne pense pas que la tâche soit difficile, il parle moins, ferme moins et triche moins que dans les autres épisodes. Il interroge les élèves par leur nom et reprend peu les idées des élèves.

L'épisode 1 est donc un épisode de réflexion sur les vecteurs en général.

Interprétation du second facteur.

Les épisodes autres que l'épisode 1 sont mal représentés dans ce plan factoriel (30% de leur inertie en moyenne), par ailleurs le second facteur de cette analyse correspond, aussi bien du point de vue des épisodes que de celui des paramètres, au premier axe de la seconde analyse. Je ne développe donc pas ici la description de ce facteur.

(ii) Deuxième analyse : les épisodes 2 à 11.

Représentativité des facteurs étudiés.

Inertie cumulée des facteurs retenus : 53% (% de l'inertie totale).

Paramètres mal représentés par ces facteurs : 5% (% des paramètres non constants).

Épisodes mal représentés par ces facteurs : 2/7.

Hétérogénéité des épisodes et paramètres constants.

Les épisodes sont beaucoup plus homogènes que dans l'analyse précédente (21 paramètres, sur 59 bien représentés, ont la même valeur sur tous les épisodes considérés).

Le professeur souhaite faire réviser, les situations ne sont pas nouvelles (les questions peuvent l'être), il n'y a pas d'introduction de quelque chose de nouveau ni de mise en garde.

Le cadre est toujours celui de la géométrie, les questions sont toujours ouvertes, mais l'élève n'a pas le choix de l'outil, du cadre, du registre, du point de vue. Le raisonnement est un raisonnement logique, contextualisé, il est toujours présenté ou demandé une justification. Il n'y a pas d'habillage.

Interprétation du premier facteur.

Le premier axe est proche des caractères suivants des épisodes.

La notion étudiée est essentiellement le parallélogramme. Il s'agit de problème de constructions élémentaires (pas d'utilisation de définition), avec une conjecture simple (méthode non libre, pas d'initiative, rien à reconnaître, pas de mise en relation, pas de question nouvelle), et une petite recherche en classe, les exercices sont indépendants les uns des autres. Il s'agit d'épisodes en début ou en fin de séance.

Les élèves expriment plus que de simples résultats.

Le professeur passe dans les rangs, parle relativement beaucoup, les justifications sont discutées et le professeur a des exigences quant au vocabulaire. Il ne ferme pas les questions mais "triche". Il veut faire travailler une méthode ou une technique.

A l'opposé¹⁴⁶ (sur le premier facteur) on retrouve les épisodes sur les vecteurs et les translations. La méthode est libre, une initiative est nécessaire mais il y a peu de recherche en classe, ce sont des épisodes longs en milieu de séance, il s'agit d'un travail de lecture graphique, et de reconnaissance, sur les définitions. Les exercices se suivent. Le professeur vise à enseigner des connaissances, il donne les justifications. Les élèves expriment seulement des résultats simples.

On aurait donc ici une opposition entre des épisodes "faciles" (parallélogramme, constructions simples, le professeur est à l'aise, les élèves aussi) et des épisodes plus "difficiles" (reconnaître, utiliser des définitions, à propos de vecteurs et de translation).

Interprétation du second facteur.

On étudie dans les épisodes liés au second facteur (à droite sur le Schéma 15) les vecteurs (en liaisons avec les parallélogrammes) et les parallélogrammes. La notion est vue comme objet, c'est une notion ancienne, elle est peu conceptualisée. Elle est étudiée dans le registre graphique, plutôt en début de séance.

La recherche se fait avec la classe, la correction est dialoguée. Le professeur passe dans les rangs, il interroge les élèves par leur nom et fait attention au vocabulaire employé. Le temps passé est légèrement plus long que la moyenne.

¹⁴⁶ à gauche sur le Schéma 15.

Les exercices se suivent. On travaille à l'aide de définition et de propriété. Le professeur vise à faire travailler la méthode (les élèves n'ont d'ailleurs pas le choix de la méthode). Il ne pense pas que ces exercices soient difficiles.

A l'opposé (sur le second facteur) on retrouve des épisodes en fin de séance plutôt centrés sur les translations, vues comme outil, de façon nouvelle et plus conceptualisée. La recherche est individuelle et la correction magistrale dans le langage courant, les élèves parlent peu. Les exercices sont isolés les uns des autres. Il s'agit plutôt d'exercices de construction, techniques.

On peut résumer cela en soulignant l'opposition entre les épisodes du début de séances dialogués, relativement interactifs, structurés (les exercices se suivent) et des épisodes où¹⁴⁷ le professeur donne juste l'énoncé de l'exercice et une correction ou un commentaire rapide.

Bilan sur la séance.

La première structure apparaissant entre les épisodes est l'opposition entre les épisodes "faciles" (voir ci-dessus) et les épisodes plus "difficiles".

La seconde structure est la chronologie, très liée à "l'interactivité" (voir ci-dessus) avec les élèves.

- Les épisodes 2 et 3 semblent être "faciles" et "interactifs".
- L'épisode 7 est plus ardu mais plutôt "interactif".
- L'épisode 8, flou dans ce plan factoriel, est "difficile" et peu "interactif".
- L'épisode 11 est "facile" et "magistral".
- Les épisodes 4 et 5 sont très mal représentés sur ce plan factoriel¹⁴⁸.
- L'épisode 1 a été mis de côté (voir sa description page 121).
- Les autres épisodes (6, 9 et 10) sont des épisodes classés "cours".

¹⁴⁷ Soit pressé par le temps (les premiers épisodes auraient duré trop longtemps ?) soit parce que la fin de la séance était moins préparée, le professeur ne sachant pas de combien de temps il pouvait disposer aurait prévu une activité modulable.

¹⁴⁸ Pour l'épisode 4 on peut cependant se reporter à la première analyse non détaillée ici : il est classé comme les épisodes 2 et 3 parmi les épisodes de construction utilisant les parallélogrammes, avec un réel temps de recherche.

(iii) Analyses de tâche-activité : bilan.

Schéma 15 (Étude des tâches de la séance "vecteur" du professeur M).

	<p>Tous les épisodes d'exercice.</p> <p>Facteurs : 1 horizontal.</p> <p>(2 vertical, ce facteur correspond au premier facteur de l'analyse ci-contre)</p>		<p>Tous les épisodes d'exercices sauf l'épisode 1.</p> <p>Facteurs : 1 horizontal. 2 vertical.</p>
--	---	--	--

La première analyse distingue donc l'épisode 1 (réflexion sur les vecteurs) des autres et ordonne ces autres épisodes suivant leur difficulté (construction utilisant les parallélogrammes avec recherche pour les épisodes 2, 3, 4 et 11 ou étude de configuration plus ouverte pour les épisodes 7 et 8). La seconde analyse précise un peu la structure en fonction des qualités du débat : les épisodes 2 et 3 sont plus interactifs que l'épisode 11, de même l'épisode 7 est moins magistral que l'épisode 8.

c) ÉTUDE DE L'ANALYSE DE DISCOURS.

Trois analyses m'ont servi : une première regroupant les onze épisodes de la séance, une seconde regroupant les huit épisodes d'exercices et la troisième sans le premier épisode.

Schéma 16 (Étude des discours de la séance "vecteur" du professeur M, originalité du premier épisode).

	<p>Tous les épisodes d'exercice ("seconde analyse").</p> <p>Facteurs : 1 horizontal. 2 vertical</p>		<p>Tous les épisodes d'exercices sauf l'épisode 1 ("troisième analyse").</p> <p>Facteurs : 1 horizontal. 2 vertical.</p>
--	---	--	--

Les positions des épisodes (et des paramètres) dans le plan factoriel changeant peu entre les analyses 2 et 3, on peut donc dire que l'épisode 1 n'est pas atypique dans

cette analyse (contrairement à l'analyse de tâche ci-dessus).

On remarque par ailleurs que les discours de réflexion (et dans une moindre mesure de structuration) sont peu présents.

Les épisodes de la séance se regroupent selon les modalités suivantes (descriptions issues des trois analyses).

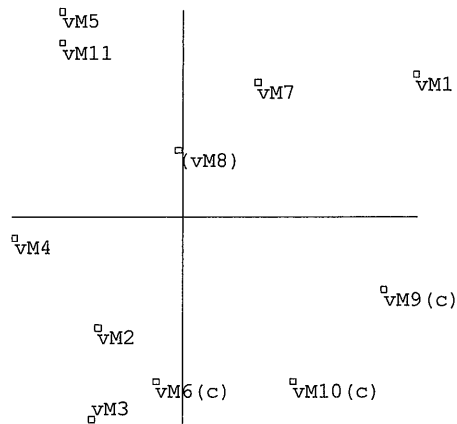


Schéma 17

Étude des discours de la séance "vecteur" du professeur M

première analyse : tous les épisodes.

Facteurs :
1 horizontal.
2 vertical

- Les discours des épisodes 9 et 10 (cours) sont caractérisés par une réflexion en langue courante sur les mathématiques décontextualisées et une information sur ces mathématiques pour l'épisode 9 et sur le lien (en langue plus soutenue) pour l'épisode 10. Le tout sans questions.
- Le troisième épisode de cours (épisode 6) est d'un autre type : axé uniquement sur le lien il comporte de plus des questions. Il est aussi partagé entre réflexion et information. Le discours des épisodes 2 et 3 a les mêmes caractéristiques mais comporte de plus une part d'échanges d'information sur l'exercice.
- L'épisode 1 a un discours marqué par les échanges d'information sur les mathématiques décontextualisées (en langage mathématique), on y retrouve des questions de réflexion décontextualisées et un discours en langue courante (sans questions) d'information et de structuration sur le lien.
- De même les épisodes 7 et 8 ne sont pas des épisodes de cours mais ont un discours n'ayant pas comme objet l'exercice mais les mathématiques décontextualisées ou le lien. Il s'agit ici d'information (sans questions) et d'échange sur la structuration des mathématiques décontextualisées.
- L'épisode 4 est marqué par des échanges en langage mathématiques d'informations sur l'exercice, mais aussi par des questions de réflexion sur les mathématiques contextualisées, et de structuration sur le lien.

- Le discours des épisodes 5 et 11 marque une prise de recul : les échanges ne portent pas sur l'information mais sur la structuration ou la réflexion (à propos de mathématiques contextualisées), ils se font en langue courante. On peut noter la présence de réflexion décontextualisée et de question de structuration du lien.

d) CROISEMENT DES DEUX ÉTUDES.

Les structures mises à jour par ces études sont proches. On retrouve les groupes d'épisodes 1, 2-3, 7-8, 11 dans les deux études. Il est intéressant d'observer les associations tâche/discours obtenues.

(1) L'épisode 1 associe une tâche de réflexion générale sur les vecteurs à un discours d'information décontextualisé en langue mathématique, de questions de réflexion décontextualisées, et un discours en langue courante sur le lien (information et structuration).

(2) Les épisodes 2, 3, 4 et 11 sont classés comme faciles (construction à l'aide de parallélogrammes, avec recherche), leurs discours ne sont pas très proches mais ils s'opposent aux discours des épisodes 7 et 8 (et 1) dont la tâche est classée comme difficile. Il y a donc une correspondance entre tâches et discours. On peut observer les associations suivantes : les épisodes classés comme faciles ont un discours contextualisé alors que les épisodes 1, 7 et 8 ont un discours plutôt décontextualisé. De même au niveau de la teneur, on observe une dominante "langue mathématique" dans les épisodes faciles et une dominante "langue courante" dans les épisodes difficiles.

(3) L'analyse de tâche qualifie les épisodes 2, 3 et 7 d'interactifs alors que les épisodes 8 et 11 sont plutôt magistraux. Les analyses de discours ne font pas apparaître de distinction globale entre ces deux types d'épisodes (les épisodes 7 et 8 ont même des discours très proches). On peut donc dire que l'ensemble des paramètres définissant l'opposition magistral / interactif dans l'analyse de tâche n'influence pas le type de discours du professeur.

e) BILAN.

Cette séance est donc marquée par une relative correspondance entre type de discours et type de tâche. Le caractère magistral ou interactif de l'épisode n'influe pas clairement sur le type de discours prononcé.

II 8- Séance du professeur R sur les vecteurs.

a) DESCRIPTION GLOBALE DE LA SÉANCE.

Il s'agit d'une séance en classe complète, la séance dure une heure et demi. La classe est la même que pendant la séance sur les fonctions : une classe motivée d'un bon niveau. La séance a lieu en fin de premier trimestre.

Il s'agit de la deuxième séance au sujet des vecteurs, et les élèves ont déjà eu un devoir de révision (définition, somme... et introduction de la norme). Les exercices de la première séance étaient de petites questions de réflexion sur les notations (droite, segments, vecteurs, longueur...), sur la définition des vecteurs...

La présente séance poursuit ces révisions (suite d'une feuille d'exercices, préparés par le professeur, distribuée lors de la séance précédente ; les élèves ont préparé ces exercices à la maison), puis aborde la multiplication des vecteurs par les nombres réels sous la forme d'activités préparatoires (préparées et dictées par le professeur). La séance se termine par l'énoncé par le professeur de la définition de la multiplication d'un vecteur par un nombre.

La première série d'activités (révisions) débute par une série de questions "autour de la relation de Chasles" (laquelle est rappelée au début de l'énoncé) : a-t-on et peut-on avoir $UV + VW = UW$ (distances) ? Que dire de $\vec{UV} + \vec{VU}$? de $\vec{UV} + \vec{UW} = \vec{VW}$?... etc. Il faut ensuite tracer sur un quadrillage la somme de trois vecteurs, et comparer la norme des termes à la norme de la somme. Cette première « activité » de la séance se poursuit par un exercice sur la différence de deux vecteurs (préparé aussi à la maison bien que les élèves ne connaissent pas cette notion) : comment pourrait-on la définir ? Comment la construire (sur un exemple).

Dans un second temps le professeur veut préparer les élèves à l'introduction de la multiplication d'un vecteur par un nombre à l'aide de quelques exercices (non préparés par les élèves, dictés). Il s'agit tout d'abord de construire B tel que $\vec{MN} + \vec{MN} = \vec{AB}$ (M, N et A étant donnés) et ensuite de proposer une notation pour \vec{AB} en fonction de \vec{MN} (et vice versa), de même ensuite avec $\vec{MN} + \frac{1}{2}\vec{MN} = \vec{AC}$ (construction de C , propositions de notation pour \vec{AC} en fonction de \vec{MN} , \vec{MN} en fonction de \vec{AC} puis \vec{CA} en fonction de \vec{MN}). Un autre exercice, à partir d'un figure représentant quatre points sur une droite graduée, demande

la construction de points définis par la multiplication d'un vecteur par un nombre, et "inversement" demande de trouver k tel que $\vec{IJ} = k \vec{IK}$ (scalaires k rencontrés : $-1/2$, $2/3$, $-1/2$, $-4/3$).

Le professeur conclut la séance en dictant la définition de la multiplication d'un vecteur par un nombre

Cette séance a été découpée en 12 épisodes. Un seul épisode est classé comme cours, il s'agit du douzième épisode.

Exercices de révision préparés :

Épisode 1	Questions "pièges" à propos de la relation de Chasles.	7 mn
Épisode 2	Construction d'une somme de deux vecteurs.	7 mn
Épisode 3	Construction d'une somme de trois vecteurs, étude des 2 normes.	3 mn
Épisode 4	Deviner la définition de $\vec{AB} - \vec{CD}$, construction.	7 mn

Activité introduisant à la multiplication :

Épisode 5	Construction de $\vec{MN} + \vec{MN}$.	10 mn
Épisode 6	Propositions de notation.	4 mn
Épisode 7	Construction de $\vec{MN} + \frac{1}{2} \vec{MN}$.	7 mn
Épisode 8	Propositions de notation.	3 mn
Épisode 9	Bilan de ce qui précède, multiplication d'un vecteur par un nombre.	9mn
Épisode 10	Construire U tel que $\vec{LU} = \frac{1}{2} \vec{IJ}$.	7 mn
Épisode 11	Trouver k tel que $\vec{IJ} = k \vec{IK}$ (3 cas).	10 mn

Conclusion de la séance :

Épisode 12	Dictée de la définition de la multiplication.	11 mn
-------------------	---	-------

b) ÉTUDE DE L'ANALYSE DE TÂCHE ACTIVITÉ.

Une seule ACM est utilisée ici.

(i) Représentativité des facteurs étudiés.

Inertie cumulée des facteurs retenus : 43% (% de l'inertie totale).

Paramètres mal représentés par ces facteurs : 8% (% des paramètres non constants).

Épisode mal représenté par ces facteurs : 1/11.

(ii) Hétérogénéité des épisodes et paramètres constants.

Onze des 58 paramètres représentés ont la même valeur sur tous les épisodes considérés.

Le contexte mathématique est assez stable sur la séance (même type de concept, vu comme objet, dans un cadre graphique, toujours un niveau de conceptualisation nul). On observe aussi l'absence de changement de point de vue et de nécessité d'interprétation.

Le fait que le travail doit être fait est toujours présent. Les élèves n'expriment pas que de simples résultats.

Globalement les tâches à effectuer sont assez variées (11 paramètres, sur 58 représentés, ont la même valeur sur tous les épisodes considérés).

(iii) Interprétation du premier facteur.

On trouve d'un côté¹⁴⁹ des épisodes traitant d'un concept nouveau, sur le produit nombre / vecteur, sans objectif de révision ou de réactualisation, en fin de séance.

Le temps de recherche est plus important, le travail individuel aussi, le professeur écrit au tableau et passe dans les rangs, son débit est moins important que dans les autres épisodes, les exercices se suivent. Ils demandent une perte d'information, les notions en jeux sont utilisées à un niveau mobilisable, une initiative globale est nécessaire, les situations sont décontextualisées, les raisonnements sont de nature logique plutôt que basés essentiellement sur des exemples.

Les justifications sont plus données par le professeur, il ferme plus les questions et "triche" plus.

A l'opposé, on trouve des épisodes sur la somme de vecteurs, sur des notions anciennes (réactualisation), il s'agit essentiellement de faire des mesures. Ce sont des épisodes préliminaires, en début de séance, ils sont préparés et peu de temps y est consacré (épisode plutôt court mais surtout temps de recherche inexistant).

Les énoncés sont plutôt fermés et demandent peu d'initiatives, les justifications ne sont pas abordées, le professeur fait des mises en gardes, il ne ferme pas les questions et ne "triche" pas.

(iv) Interprétation du second facteur.

On trouve d'un côté¹⁵⁰ des épisodes d'introduction de notion (et de l'autre des épisodes où il s'agit plus de réviser ou de se familiariser), la question est nouvelle, ce sont des épisodes en milieu de séance, relativement courts, où on justifie moins,

¹⁴⁹ à droite sur le Schéma 18.

¹⁵⁰ En haut sur le Schéma 18.

Il faut conjecturer, faire des mises en relation, personne n'écrit au tableau (d'ailleurs, la production demandée est plus de la réflexion que de l'écrit ou de l'interprétation), le degré d'abstraction est plus important, la liberté (ouvertures) est plus grande, le but est plus d'acquérir des méthodes que des techniques (ou connaissances).

On retrouve aussi les tâches jugées faciles par le professeur, ces exercices de type introductif sont aussi ceux qui sont présentés sous forme de gamme (répétés plusieurs fois).

A l'opposé, le registre est graphique, et il s'agit de constructions (et ponctuellement de mesures). Les exercices sont répétitifs. Il n'y a pas de conjecture à faire et les connaissances sont utilisées à un niveau technique. La situation et les questions sont anciennes, le professeur juge les exercices faciles.

(v) Bilan sur la séance.

Pendant cette séance, les exercices sont donc structurés essentiellement selon leur difficulté (qui va croissante avec le temps), plus elle est importante plus les choses sont organisées pour que les élèves travaillent seuls, mais plus le professeur intervient et aide (de gauche à droite sur le premier axe).

Le deuxième facteur organise les épisodes suivant l'importance de la réflexion (réelle(?) activité introductrice, travail non rigoureux mais difficile) à fournir par les élèves. Le professeur ne relie pas réflexion et difficulté, il répète plusieurs fois la tâche à effectuer (afin que cela semble plus naturel ou parce que ce sont déjà des exercices post cours ?).

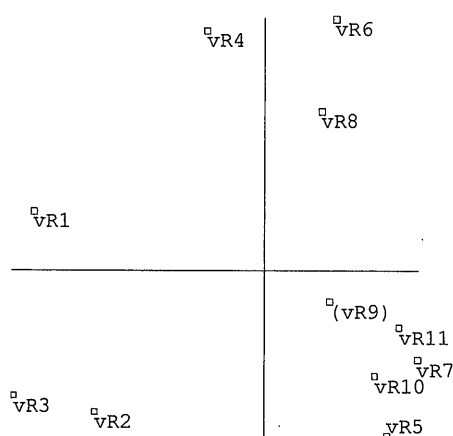


Schéma 18

Étude des tâches de la séance "vecteur" du professeur R.

Tous les épisodes d'exercice.

Facteurs :
1 horizontal.
2 vertical

On retrouve plusieurs groupes d'épisodes.

- 5, 7, 10, 11 : épisodes ardues mais où la réflexion des élèves n'est pas réellement présente.
- 2 et 3 : épisodes "faciles" sans réelle réflexion.

- 4, 6 et 8 : épisodes où une réflexion semble pouvoir être observée (ces épisodes sont neutres sur le premier facteur).
- 1 : épisode "facile" (neutre pour le second facteur).
- 9 : épisode mal représenté dans ce plan factoriel.
- 12 : épisode classé comme cours.

c) ÉTUDE DE L'ANALYSE DE DISCOURS.

Deux ACP sont utilisées ici : une avec et une sans l'épisode 12 (épisode de cours). Les deux plans factoriels rassemblent 40% de l'inertie du nuage correspondant.

Le discours de ce professeur est varié (les 27 discours possibles sont presque tous présents).

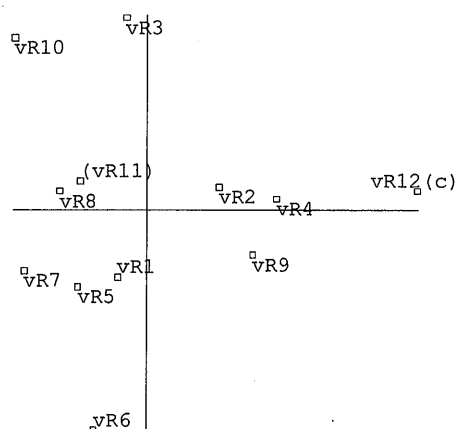


Schéma 19

Étude du discours de la séance "vecteur" du professeur R.

Tous les épisodes.

Facteurs :
1 horizontal.
2 vertical.

La seconde analyse (sans l'épisode de cours) donne des structures d'épisodes et de paramètres très proches.

- L'épisode 11 est mal représenté sur les deux plans factoriels.
- Les épisodes 2, 4, 9 et 12 ont des discours proches¹⁵¹. L'épisode 12 (seul épisode de cours) est caractérisé par des échanges d'information sur les mathématiques décontextualisées, par un discours de réflexion et de structuration de ces mathématiques (plutôt en langue mathématique) et par des questions de structuration sur le lien. Dans l'épisode 9 on note de plus la présence de réflexion sur le lien, et dans les épisodes 2 et 4 la présence de questions de réflexion sur les mathématiques décontextualisées.
- Le discours de l'épisode 3 traduit des échanges d'informations sur les trois objets (avec de nombreuses questions), plutôt en langage mathématique. On peut noter aussi la présence d'échange de réflexions sur l'exercice et de questions de réflexion décontextualisée.

¹⁵¹ Les épisodes 2 et 9 sont flous sur les deux plans factoriels considérés

- Les épisodes 1¹⁵², 5, 6 et 7 sont marqués par la présence de questions de réflexion sur le lien (démonstration ?), d'information sur ce lien et de structuration contextualisée, le tout en langue courante.
- Les épisodes 8¹⁵³ et 10 sont caractérisés par des échanges d'information et de réflexions sur les mathématiques de l'exercice.

d) CROISEMENT DES DEUX ÉTUDES ET BILAN.

Il n'y a aucune association entre discours et tâche. On peut observer certaines constantes au travers des discours des différents épisodes : les épisodes présentent systématiquement parmi leurs caractéristiques des échanges ou au moins des questions, il y a dans chaque épisode la présence de questions sur la réflexion ou la structuration. Seuls les discours des épisodes 3, 8 et 10 ont pour caractéristique d'aborder les mathématiques contextualisées (l'épisode 3 aborde aussi les autres objets). On peut dire que le professeur profite des exercices qu'il propose pour faire réfléchir sur les mathématiques décontextualisées (sauf éventuellement pour les épisodes 8 et 10).

Le discours du professeur semble moins influencé par la tâche à effectuer que par le sujet des réflexions que le professeur souhaite aborder.

¹⁵² L'épisode 1 est flou sur les deux plans factoriels considérés.

¹⁵³ L'épisode 8 est flou sur les deux plans factoriels considérés.

II 9- Petit pas de côté.

Ces comptes rendus seront utilisés ici, sur le fond, de deux façons : dans les comptes rendus suivants concernant la comparaison de plusieurs séances (les caractéristiques des axes dégagés ici se retrouveront dans ces analyses) et dans le chapitre suivant concernant l'interprétation de ces résultats dans le cadre de la problématique dégagée.

On peut conclure ici à une certaine consistance de ces analyses : les descriptions obtenues permettent de développer un réel questionnement sur chaque séance et apportent des éléments de réponses.

D'un point de vue pratique, on peut noter que, même si les résultats sont encourageants, la masse de travail correspondant est un point négatif, notamment en ce qui concerne les analyses de discours. Outre le fait que cette masse de travail (codage du discours au mot à mot) est une gêne en soi, je retiendrai surtout le fait qu'elle ralentit considérablement les codages et les rend donc plus susceptibles d'être influencés par des évolutions du codeur. De ce point de vue les analyses de discours gagneraient à être simplifiées. Les analyses de tâches et activités ne posent pas ce type de problèmes.

III Premières comparaisons entre séances.

III 1- Séances d'un même professeur.

a) PROFESSEUR b.

Il n'y a que deux épisodes de cours dans ces deux séances : l'épisode v6¹⁵⁴ et l'épisode v9.

On pourra se référer aux comptes rendus des analyses des séances du professeur b (page 78 pour la séance sur les fonctions¹⁵⁵, page 104 pour la séance sur les vecteurs¹⁵⁶).

(i) Étude de l'analyse de tâche activité.

Une analyse de tâche (ACM) a été nécessaire ici.

¹⁵⁴ Je note (dans toutes les analyses comparant une séance portant sur les vecteurs à une séance portant sur les fonctions) v1, v2, v3... les épisodes de la séance portant sur les vecteurs et f1, f2, f3... les épisodes de la séance portant sur les fonctions.

¹⁵⁵ Cette séance sera appelée F dans la suite de ce paragraphe.

¹⁵⁶ Cette séance sera appelée V dans la suite de ce paragraphe.

Représentativité des facteurs étudiés.

Inertie cumulée des facteurs retenus : 43% avec 3 facteurs (% de l'inertie totale).

Paramètres mal représentés par ces facteurs : 2% (% des paramètres non constants).

Épisode mal représenté par ces facteurs : 1/17.

Hétérogénéité des épisodes et paramètres constants.

Il n'y a aucun paramètre constant sur l'ensemble des épisodes de ces deux séances.

Interprétation du premier facteur.

Il est intéressant de noter, avant de caractériser ce facteur à l'aide des paramètres que dans le nuage des épisodes le premier facteur oppose la plupart des épisodes de la séance V à la plupart des épisodes de la séance F¹⁵⁷.

Les épisodes "vecteur"¹⁵⁸ sont plutôt des épisodes préliminaires ou introductifs, relativement longs, le professeur fait attention à la qualité du débat (alors que pour les épisodes "fonction"¹⁵⁹ ses exigences portent plus sur le cours et le travail à faire), il fait plus de mises en garde et veut faire acquérir des techniques (son objectif est plus centré sur les méthodes dans les épisodes de la séance F).

Les notions abordées sont vues comme étant FUG pour les épisodes "vecteur" (RAP pour les épisodes "fonction"), les outils utilisés sont des théorèmes et définitions (analogies pour les épisodes "fonction"), la production demandée plutôt des exemples et contre exemple ou des réponses de type vrai/faux (pour les épisodes "fonction", il s'agit plus soit de construire une figure ou de remplir un tableau, soit de produire une démonstration ou une réflexion). Le professeur parle plus dans les épisodes "vecteur", il ferme plus les questions, les idées des élèves sont moins reprises, et par ailleurs les élèves interviennent moins spontanément.

Les exercices sont plus simples pour les épisodes "vecteur": ils se suivent et sont répétitifs, le cadre et le registre sont fixés, les questions sont fermées, il n'y a pas de conjecture à faire et rien à reconnaître, le professeur juge les exercices faciles et les justifications

¹⁵⁷ On peut remarquer l'exception de l'épisode v1 qui est classé parmi les épisodes de la séance F.

¹⁵⁸ Les guillemets de "vecteur" rappellent que ce terme décrit les épisodes représentés sur le premier facteur du côté où des épisodes de la séances V sont majoritaires. Cela ne signifie pas que tous les épisodes de cette séance sont décrits par ce terme, ni qu'un épisode de la séance F ne pourrait l'être (voir par exemple la note 157 ci-dessus).

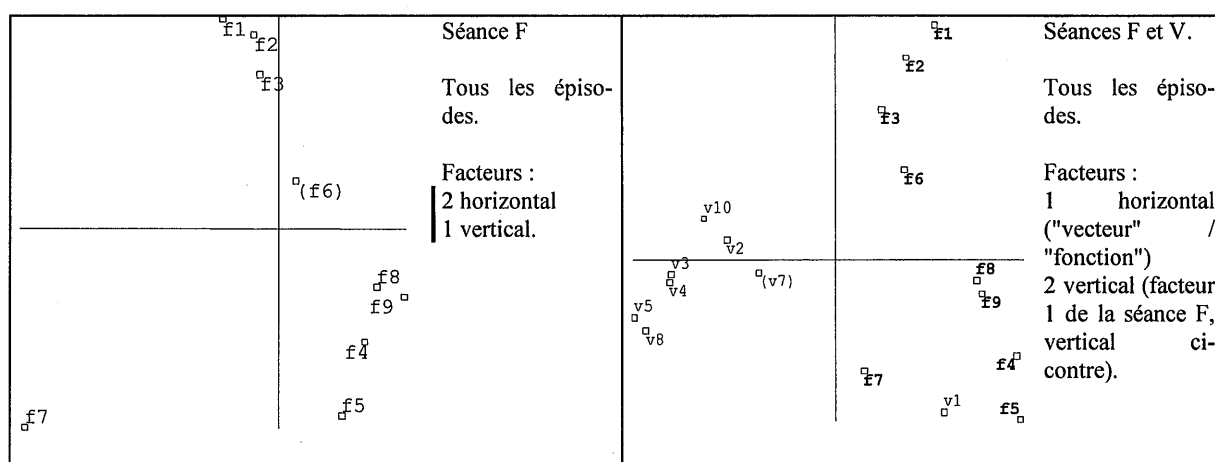
¹⁵⁹ Voir les notes 157 et 158 ci-dessus.

ne sont pas données (pour les épisodes "fonction" il y a une justification et c'est plutôt le professeur qui la donne).

Interprétation du second facteur.

Les épisodes de la séance V sont tous mal représentés sur ce facteur (sauf l'épisode v1), les épisodes de la séance F se regroupent suivant la structure dégagée par le premier axe de l'analyse de la séance correspondante.

Schéma 20 (professeur b, étude de la tâche, nuage des épisodes).



Comme il y a aussi correspondance (quasiment point par point) sur le nuage des paramètres, je ne développe pas en détail la description ici. Je rappelle juste le résumé¹⁶⁰ de cette description :

Le [second] facteur oppose (...) des épisodes de correction rapide d'exercices simples préparés à la maison [ici les épisodes f4, f5, f7, f8 et f9], à des épisodes plus "poussés" (...) où les élèves semblent réellement sollicités bien que le professeur ferme les questions [ici les épisodes f1, f2 et f3].

On peut noter ici que l'épisode v1 vient se placer avec les épisodes plus "poussés" de la séance F.

Interprétation du troisième facteur.

83% de l'inertie de v10 est représentée par le troisième facteur, les épisodes v1, v2, v3, v4 et v5 sont représentés entre 8% et 15%. Les autres épisodes et notamment tous les épisodes de la séance F sont représentés à moins de 5%.

On peut donc présenter ce facteur comme une description de l'épisode v10.

¹⁶⁰ Pour plus de détail se reporter au compte rendu de la séance (voir page 79).

Il y a correspondance point par point entre les paramètres associés à ce facteur et les paramètres associés au second facteur de la première analyse de la séance V, ce second facteur définissait lui aussi v10. La conclusion¹⁶¹ était :

L'épisode [v10] est un problème plutôt difficile pour lequel le professeur fait attention au travail des élèves.

Schéma 21 (professeur b, étude de la tâche, nuage des épisodes).

v1 ⁰ Séance V.		Séances F et V.	
v2 ⁰ v4 ⁰ v3 ⁰ v5 ⁰ (v7) (v8 ⁰)	Tous les épisodes.	v4 ⁰ v3 ⁰ v2 ⁰ v5 ⁰ v7 ⁰	(f6) ⁰ (f1) ⁰ f5 ⁰ (f7) ⁰ (f2) ⁰ (f3) ⁰ f4 ⁰ f8 ⁰ f9 ⁰
	Facteurs : 1 horizontal. 2 vertical.	v1 ⁰	Facteurs : 1 horizontal. 3 vertical. (correspondant au facteur 2 ci-contre).
v10 ⁰		v10 ⁰	

Bilan sur la séance.

On trouve ici une opposition nette (premier facteur) entre les épisodes "fonction" (Il s'agit de problèmes où le professeur est exigeant, les justifications sont données, le débat semble réel même si c'est le professeur qui justifie) et les épisodes "vecteur" (épisodes moins proches de la résolution classique d'exercice : l'enjeu n'est pas à la correction puisque les justifications ne sont pas données, les problèmes soulevés sont plus théoriques, plus détachés des exercices qui, eux, sont simples, les élèves participent moins au débat et le professeur parle plus).

Cette séparation est si nette que le second facteur décrit la structure de la séance F sans être influencé par la présence dans les données des épisodes de la séance V. De même la structure de la séance V se retrouve, elle aussi, ici presque indépendamment de la présence des épisodes de la séance F (le caractère exceptionnel de v10 se lit sur le troisième facteur, le caractère exceptionnel de v1 se retrouve sur les deux premiers facteurs¹⁶²).

Les regroupements d'épisodes ressemblent donc aux descriptions obtenues dans les études de ces deux séances.

¹⁶¹ Pour plus de détail se reporter au compte rendu de la séance (voir page 106).

¹⁶² L'épisode v1 est le seul épisode qui ne soit pas représenté, sur le premier facteur, avec les épisodes de sa séance. C'est aussi le seul épisode de la séance V à être représenté sur le second facteur.

- v2, v3, v4, v5 et v8 sont classés comme "vecteur" sur le premier axe (et neutres sur les deux autres).
- f8 et f9 sont des épisodes "fonction" (ils sont mal représentés sur les deux autres facteurs).
- v10 est un épisode "vecteur", c'est un problème difficile.
- f4, f5 et v1 sont des épisodes "fonction". Parmi les épisodes de la séance F ils se placent plutôt avec les épisodes "poussés".
- f1, f2 et f6 sont des épisodes "fonction" plutôt simples.
- f7 est mal représenté sur le premier facteur, c'est un épisode "poussé".
- f3 est mal représenté sur le premier facteur, c'est un épisode "simple".
- v7 est mal représenté sur les trois facteurs.
- v6 et v9 sont des épisodes de cours.

(ii) Étude de L'analyse de discours.

Point de vue global.

Trois ACP ont servi ici : une avec les 19 épisodes, la seconde avec les 17 épisodes d'exercice (3 axes) et la troisième sans l'épisode v1 qui monopolise une grande part de l'inertie de la seconde analyse.

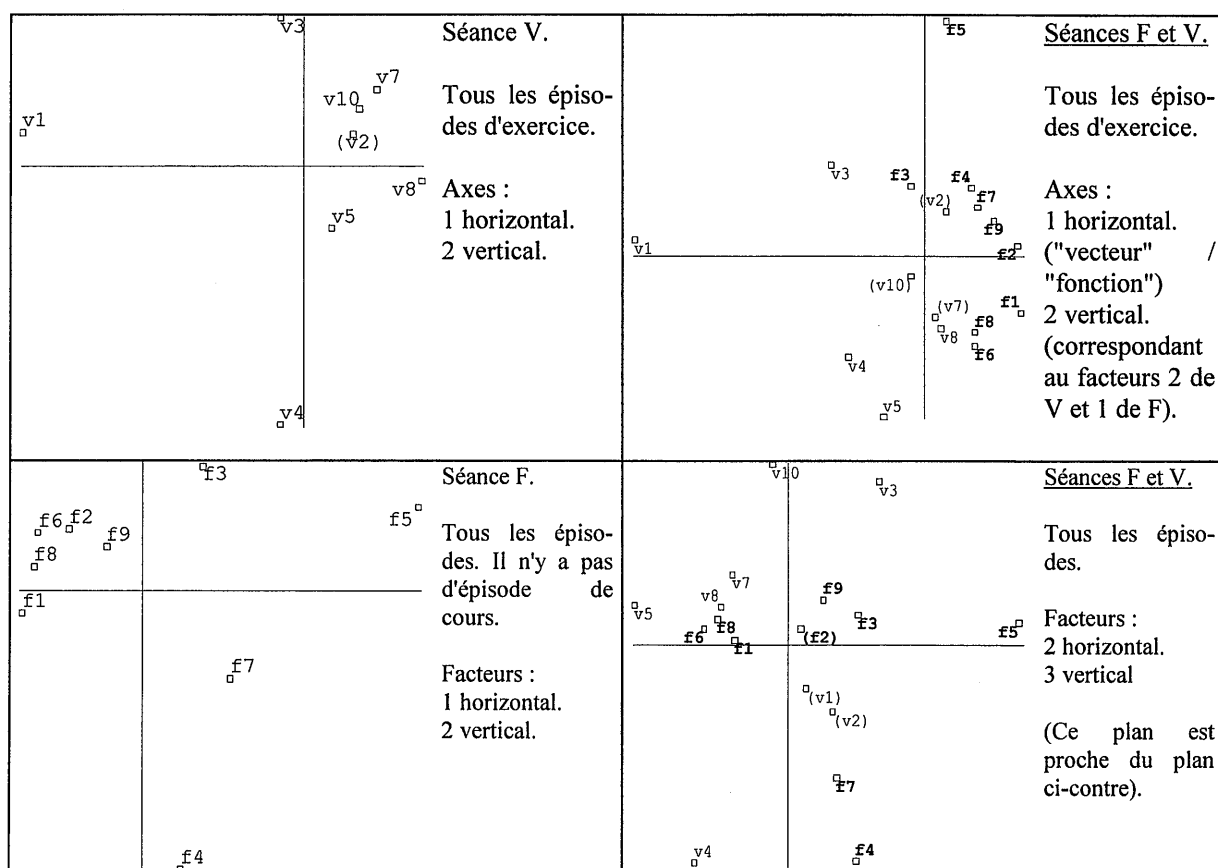
Les discours des épisodes de la séance V sont différents de ceux des épisodes de la séance F. Mais ils semblent moins distincts que ne le sont les tâches.

Le premier axe oppose en effet nettement les épisodes dont le discours est en grande partie décontextualisé (plutôt des épisodes de la séance V) aux épisodes au discours plus contextualisé (plutôt ceux de la séance F). Ce premier axe est proche du premier axe de l'analyse de la séance V.

Le second axe reprend les caractéristiques de premier axe de l'analyse de la séance F, mais il structure aussi des épisodes de la séance V.

Le troisième axe est proche des caractéristiques du second axe de l'analyse de la séance V et du second axe de l'analyse de la séance F. Le plan formé par les axes 2 et 3 ressemble donc à celui formé par les axes 1 et 2 de la séance F, mais là aussi il structure des épisodes de la séance V (selon des caractéristiques observées dans l'analyse correspondante).

Schéma 22 (professeur b, étude du discours, nuage des épisodes).



Détail.

Le premier axe de l'analyse est surtout organisé par l'objet du discours, il oppose les épisodes v1, v6 et v9 (discours "de cours" : décontextualisé avec de rares questions) aux autres épisodes : un premier groupe formé des épisodes v3 et v4-v5 (encore peu marqués par le discours contextualisé : information sur le lien pour v4 et v5, réflexion et structuration sur le lien et les mathématiques décontextualisées) et un second groupe formé par les épisodes de la séance F et de l'épisode v8 (discours contextualisé avec une présence plus forte de question, les trois teneurs sont présentes). On peut noter que les épisodes de la séance F sont très regroupés sur le premier axe, contrairement à ceux de la séance V, il y aurait donc une plus grande variété de discours pendant la séance V (c'est un phénomène que l'on retrouve régulièrement, il est sans doute accentué ici par le fait que la séance F ne contient pas d'épisode de cours).

Le plan formé par les axes 2 et 3 propose pour les épisodes de la séance F une structure proche de celle dégagée par l'analyse de la séance F (bien que moins d'épisodes y soient bien représentés). Les épisodes f6 et f8 (associées ici aux épisodes v5 et v8) ont principalement un discours d'information sur le lien ou l'exercice. Les épisodes f4 et f7 sont mar-

qué par leur fonction : réflexion et structuration, l'épisode v4 est proche de ces deux épisodes, son discours porte par ailleurs nettement sur le lien. L'épisode f5 a un discours de réflexion et de structuration sur le lien. Les épisodes v3 et v10 sont ici regroupés, caractérisés par leur discours de réflexion (plutôt décontextualisé) et de structuration (plutôt contextualisé).

Bilan de l'étude.

On peut donc dire que les discours ne sont pas étrangers. Le discours de la séance F est nettement plus contextualisé que celui de la séance V (dont l'objet est plus varié), certains épisodes de la séance V n'ont pas leur équivalent dans la séance F (bien sûr les épisodes de cours et l'épisode v1, mais aussi, dans une moindre mesure puisque leur spécificité n'est mise en valeur que par le troisième axe, les épisodes v3 et v10), certains épisodes, plus rares, de la séance F n'ont pas leur équivalent dans la séance V (l'épisode f5 par exemple), mais globalement on retrouve des types de discours proches pour les deux séances.

(iii) Croisement des deux études.

Les analyses de tâches révèlent donc des séances différentes ; alors que les discours bien que distincts au premier abord (premier axe des analyses) semblent plus proches. Je vais étudier ici des épisodes dont les discours sont proches appartenant à des séances différentes (on peut retrouver dans chaque compte rendu de séance les comparaisons d'épisodes de tâches distinctes et de discours proches au sein d'une même séance).

(1) L'épisode v8 a un discours "de type fonction" (premier axe).

[Le discours de l'épisode v8 semble] plus contextualisé que celui des autres épisodes de la séance, il y a des questions de réflexion et de structuration contextualisée (sans doute une démonstration ?). Il y a plus de question dans l'épisode [v8]¹⁶³

Le caractère contextualisé (avec questions) place le discours de l'épisode v8 du côté des épisodes de la séance Fonction sur l'axe 1 de l'analyse étudiée.

Les autres axes permettent de préciser la place du discours de v8 dans la séance F.

(2) Les épisodes f6, f8, v5 et v8 ont un discours proche.

La tâche de l'épisode v8 est décrite ainsi dans l'analyse de la séance correspondante : il s'agit un épisode préliminaire (technique, à propos de la somme de vecteur, plutôt difficiles) et de plus difficile (exercices ouverts, nouveautés...). L'épisode v5 est un épisode

¹⁶³ Extrait de l'étude du discours de la séance.

préliminaire plus simple (« mais plus ouvert et plus difficile que [v2, v3 et v4] »). Les deux tâches se ressemblent donc. L'épisode f8 a pour caractéristique d'être "poussé" (théorique, décontextualisé, conceptualisé, nouveauté de la notion, ouverture...), f6 est mal représenté dans l'analyse de la séance F.

On peut donc dire que même si les tâches de f8 et v5-v8 sont distinctes au premier abord (analyse comparée des deux séances), elles ont cependant une certaine difficulté en commun. Cette difficulté est une caractéristique du deuxième facteur dans la séance V, c'est donc une caractéristique secondaire, la première distinction se faisant sur le caractère "préliminaire" ou "introductif" des épisodes. Ceci peut donc expliquer l'éloignement de ces séances dans l'étude ci-dessus.

On peut se demander quel discours ont les autres épisodes classés comme "difficile" dans la séance V : il n'y a que l'épisode v7 qui, par ailleurs, est classé comme "introductif" (contrairement à v5 et v8). Le discours de v7 est proche de celui des épisodes v5-v8-f6-f8 dans l'analyse ci-dessus (mais il y est mal représenté).

Il semble donc que la non influence sur le discours de la distinction forte des tâches, constatée ci-dessus, puisse s'expliquer dans un premier temps par le fait que les types de discours varient plutôt en fonction de caractéristiques secondaires des tâches (et ne dépendent pas du caractère principal, en l'occurrence la distinction "préliminaire" / "introductif").

(3) Les épisodes f4, f7 et v4 ont un discours proche.

On retrouve ici aussi deux épisodes "poussés", f4 et f7. La tâche de l'épisode v4 est décrite comme préliminaire simple sur des notions anciennes. On peut noter que les épisodes v2, v3 et v5 ont des tâches relativement proches de celle de v4 (analyse de la séance V et analyse de tâche ci-dessus), et que leur discours est éloigné de celui des épisodes f4-f7-v4. Ce phénomène a déjà été observé dans les analyses des deux séances : le professeur s'empare d'exercices pour mener une réflexion ou pour faire réfléchir les élèves.

(iv) Bilan.

On voit donc pour ce professeur une certaine autonomie du discours par rapport à la tâche. Globalement le discours s'adapte peu à la tâche (ou s'adapte à des caractéristiques mineures de la tâche), on retrouve même un type de discours "déconnecté" dans les deux séances (le professeur parle visiblement plus de ce dont il a envie que de l'exercice en cours). Au travers de ces deux séances, on a observé une seule liaison nette entre le discours et

la tâche : le discours du professeur est plus contextualisé, plus proche de l'exercice quand l'exercice est "difficile"¹⁶⁴, "ardu"¹⁶⁵.

Les types de tâche et les types de discours sont sensiblement différents dans les deux séances. Si on ne retient pas la séance (l'heure, le jour, la salle...) comme variable pouvant expliquer une telle différence, il y a deux autres influences potentielles : le public de la séance (les élèves, leur niveau, leur nombre, leurs relations avec le professeur...) et le contenu enseigné (le statut du contenu).

¹⁶⁴ Analyse de la séance V.

¹⁶⁵ Analyse de la séance F.

b) PROFESSEUR B.

Ces deux séances sont composées de 13 épisodes, dont deux épisodes "de cours" : les épisodes v5 et v6¹⁶⁶.

On pourra se référer aux comptes rendus des analyses des séances du professeur B (page 85 pour la séance F, page 114 pour la séance V).

(i) Étude de l'analyse de tâche activité.

Une ACM a été nécessaire ici.

Représentativité des facteurs étudiés.

Inertie cumulée des facteurs retenus : 51% avec trois facteurs (% de l'inertie totale).

Paramètres mal représentés par ces facteurs : 2% (% des paramètres non constants).

Épisode mal représenté par ces facteurs : 0/11.

Hétérogénéité des épisodes et paramètres constants.

Quelques paramètres sont constants sur les épisodes considérés.

Les notions sont vues comme extension et en tant qu'objet. Les exercices ne nécessitent pas de changement de point de vue, pas d'adaptation ou de transformation, pas d'intermédiaire à introduire. Le professeur ne fait pas de mise en garde. Il n'y a pas d'habillage.

Interprétation du premier facteur.

Le premier facteur oppose nettement les épisodes de la séance F aux épisodes de la séance V (les épisodes f5, f3 et v7 sont mal représentés sur ce facteur).

Les exercices des épisodes "fonction"¹⁶⁷ présentent les caractéristiques suivantes (par opposition aux épisodes "vecteur") : il s'agit plus de problèmes (et moins de petits exercices isolés ou se suivant), les justifications sont plus systématiquement données, les questions sont ouvertes mais la méthode, les outils, le cadre, le registre ne sont pas libres, la production attendue est majoritairement une démonstration (alors que pour les épisodes "vecteur" c'est une construction ou un calcul).

¹⁶⁶ Je garde les mêmes notations que dans le paragraphe précédent : v1, v2, v3... représentent, dans tout ce paragraphe, les épisodes de la séance V (séance sur les vecteurs du professeur B) et f1, f2, f3... représentent les épisodes de la séance F (séance sur les fonctions du professeur B).

¹⁶⁷ De même, cette notation est utilisée avec les restrictions décrites au paragraphe précédent (Voir les notes 157 et 158).

Les exercices des épisodes "vecteur" ont les caractéristiques suivantes : les notions abordées sont plus conceptualisées, plus nouvelles, les questions et les situations sont aussi plus nouvelles, les questions sont fermées mais l'initiative laissée aux élèves est plus grande quant au choix du registre, du cadre, des outils, de la méthode, le professeur veut faire acquérir des connaissances, il cherche plus à familiariser et à introduire qu'à réactualiser.

Les épisodes "fonction" sont moins préparés à la maison, ils sont plutôt situés après le cours (alors que les épisodes "vecteur" sont introductifs), c'est le professeur qui écrit au tableau, la correction est dialoguée (les élèves viennent plus au tableau pendant les épisodes "vecteur" mais la correction est plus magistrale et le professeur parle plus), le professeur interroge les élèves moins nominativement et les élèves expriment plus (qualitativement et quantitativement) dans les épisodes "fonction". Visiblement donc les épisodes "fonction" présentent des échanges plus riches, les élèves sont plus amenés à participer réellement (pas seulement par une présence au tableau).

Les tâches des épisodes "vecteur" sont donc des tâches d'introduction à une notion nouvelle (avec les difficultés de gestion que cela représente pour le professeur, comme on le voit ci-dessus). Alors que les épisodes "fonction" semblent être des épisodes, plus classiques, de résolution de problème en classe.

Interprétation du second facteur.

Le second facteur reprend, tant au niveau des épisodes qu'à celui des paramètres, la structure du premier facteur de l'analyse de la séance F et la structure du second facteur de l'analyse de la séance V (voir Schéma 23 ci-dessous).

Je rappelle seulement les résumés des caractéristiques de ces deux facteurs.

- Premier facteur de l'analyse de la séance F¹⁶⁸ :

[Ce] facteur oppose (...) des épisodes plus contextualisés sur des notions plus récentes ou le professeur semble exigeant, à des épisodes (plutôt en milieu de séance) aux exercices plus difficiles et théoriques mais que le professeur corrige (avec quelques interventions de qualité côté élève).

- Second facteur de l'analyse de la séance V¹⁶⁹ :

[Ce] facteur donne un classement de la difficulté des exercices et des exigences du professeur.

¹⁶⁸ Pour plus de détail se reporter au compte rendu de la séance (voir page 86).

¹⁶⁹ Pour plus de détail se reporter au compte rendu de la séance (voir page 116).

Interprétation du troisième facteur.

Le troisième facteur est semblable lui aussi à des composantes des structures des deux séances considérées. On retrouve en effet, liés à ce facteur, les caractéristiques et les épisodes liés au second facteur de la séance F et au premier facteur de la séance V (voir Schéma 23 ci-dessous) dont voici les résumés des descriptions :

- Premier facteur de l'analyse de tâche de la séance V¹⁷⁰ :

[Ce] facteur oppose des épisodes de correction classique à des épisodes de recherche et de discussion d'exercices.

- Second facteur de l'analyse de tâche de la séance F :

[Ce] facteur oppose des épisodes dans le registre graphique, sans grande difficulté, à des épisodes plus ardues dans un registre littéral où des démonstrations sont données¹⁷¹.

Bilan sur la séance.

Les deux séances sont donc de type distinct : introduction à une notion nouvelle pour la séance V et travail sur des exercices pour la séance F (facteur 1).

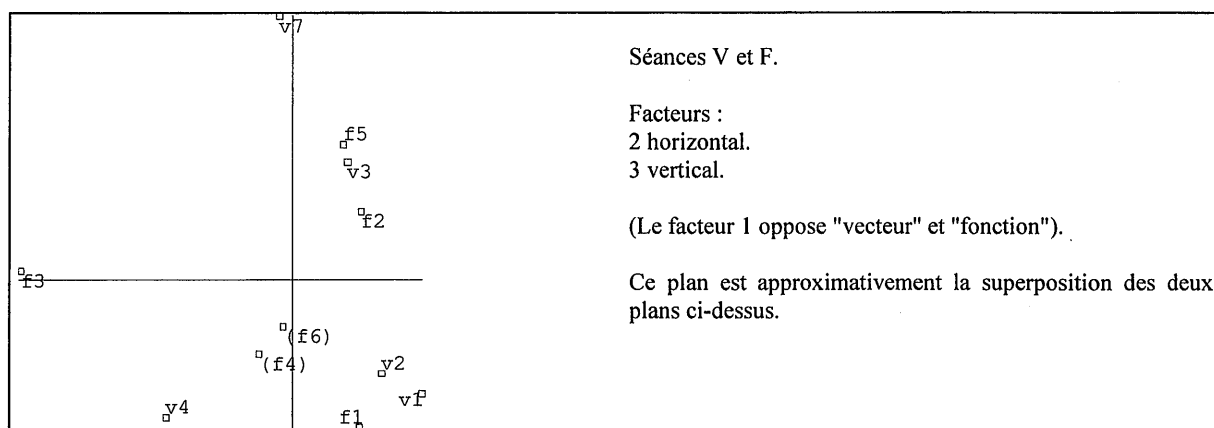
Cependant les types de tâches rencontrés dans ces deux séances ne semblent pas étrangers. Les facteurs 2 et 3 permettent des regroupements.

Schéma 23 (Professeur B, étude de la tâche, nuage des épisodes, tous les épisodes d'exercice).

<p>v_7</p>	<p>Séance V.</p> <p>Facteurs :</p> <p>2 horizontal.</p> <p>1 vertical.</p> <p>(même échelle que le plan ci-contre).</p> <p>v_2</p> <p>v_1</p>	<p>f_3</p>	<p>Séance F.</p> <p>Facteurs :</p> <p>1 horizontal.</p> <p>2 vertical.</p> <p>(même échelle que le plan ci-contre).</p> <p>f_1</p>
<p>v_4</p>	<p>v_3</p>	<p>f_5</p> <p>f_2</p> <p>f_4</p> <p>f_6</p>	

¹⁷⁰ Pour plus de détail se reporter au compte rendu de la séance (voir page 116).

¹⁷¹ Pour plus de détail se reporter au compte rendu de la séance (voir page 87).



- v1, v2, f1 sont des épisodes de correction rapide (facteur 3) d'exercices faciles, le professeur fait attention au travail fait (facteur 2).
- v4 a les mêmes caractéristiques que les épisodes précédents (facteur 3) mais l'exercice est plus difficile et le professeur y est moins exigeant (facteur 2).
- f2, v3, f5, v7 sont des épisodes ouverts, ardues et les justifications sont données (facteur 3), ils sont mal représentés sur le facteur 2. v7 et f5 sont flous sur le premier facteur mais v7 est plutôt "vecteur" et f5 plutôt "fonction".
- f3 est mal représenté par le premier facteur (c'est le seul épisode à être ni réellement "fonction" ni réellement "vecteur"). C'est un épisode difficile que le professeur corrige (facteur 2), il est mal représenté sur le facteur 3.
- f4, f6 sont mal représentés par les deux derniers facteurs, ce sont des épisodes "fonction".

(ii) Étude de l'analyse de discours.

Quatre ACP ont servi ici : une première pour étudier les 13 épisodes en présence, une seconde regroupant les 11 épisodes d'"exercice", la troisième s'est avérée nécessaire car l'épisode f3 monopolisait l'inertie du premier facteur de la seconde analyse et la quatrième analyse a été effectuée car la troisième était, de même, dominée par l'épisode v1 (cette dernière analyse est étudiée sur trois axes).

Les quatre analyses recueillent plus 40% de l'inertie du nuage, aucun épisode n'est mal représenté sur les quatre analyses, par contre de nombreux paramètres sont mal représentés.

Description des épisodes.

Schéma 24 (professeur B, étude du discours, nuage des épisodes).

f_6 f_5 f_2 f_1	f_3 f_4 $v_6(c)$ $v_5(c)$	<p>I. Tous les épisodes.</p> <p>Axes : 1 horizontal. 2 vertical.</p>	f_3 f_4	v_3 v_4 v_2 v_7 f_1 f_2 f_6 f_5	<p>II. Tous les épisodes sauf les épisodes de cours (v_5 et v_6).</p> <p>Axes : idem.</p> <p>Seuls f_3, v_2 et v_7 sont représentés sur l'axe 2.</p>
v_4 v_7 v_2 v_3	f_2 f_5 f_1 f_6	<p>III. Tous les épisodes de II sauf f_3 (atypique dans II).</p> <p>Axes : idem.</p> <p>Seul v_1 est représenté sur l'axe 2.</p>	f_4 f_2 f_6 f_5 f_1	v_3 v_7 v_4 v_2	<p>IV. Tous les épisodes de III sauf v_1 (atypique dans III).</p> <p>Axes : idem.</p> <p>Seul f_1 est mal représenté sur l'axe 1, seuls v_4 et v_7 sont mal représentés sur l'axe 2.</p>

Quatre épisodes se démarquent des autres. Les deux épisodes de cours tout d'abord (premier axe de la première analyse) sont caractérisés par un discours décontextualisé, en langue majoritairement mathématique, ne présentant que peu de questions et une fonction variée. L'épisode f_3 s'oppose à tous les autres épisodes d'exercice (premier axe de la seconde analyse, c'était aussi le résultat obtenu sur l'axe 1 de l'analyse de la séance F) il est caractérisé par un discours d'échange de réflexion et de structuration en langue mathématique sur le lien ou les mathématiques décontextualisées. L'épisode v_1 s'oppose lui aussi à tous les autres épisodes d'exercices, mais cette opposition semble plus secondaire puisqu'elle n'est visible qu'une fois l'épisode f_3 retiré des données, et car elle est portée par le second axe de l'analyse (la troisième ici, on peut aussi se reporter à l'axe 1 de l'analyse de la séance V), l'épisode v_1 est caractérisé par une absence de question et un discours en langue courante (de fonction variée) sur le lien et les mathématiques décontextualisées.

Les quatre analyses mettent en valeur une opposition entre certains épisodes de la séance F (essentiellement f_4 , f_5 et f_6) et certains épisodes de la séance V (essentiellement v_2 , v_3 et v_4). Les épisodes en question sont des épisodes où une réflexion ou de la

structuration est exprimée : dans les épisodes f4, f5 et f6 le discours est contextualisé et en langue courante, dans les épisodes v3, v4 et v5 le discours est tourné aussi vers le lien, il comporte plus de question et le langage est mathématiquement soutenu.

Les épisodes f1, f2 et v2 ne sont pas remarquables dans les trois premières analyses, ils sont caractérisés par leur opposition aux épisodes décontextualisés (notamment les épisodes de cours dans la première analyse), ils ont un discours contextualisé, plutôt en langue mathématique, avec des questions.

Le second axe de la quatrième analyse est original, il ne s'agit ni d'une opposition telle qu'elle a été repérée dans les analyses de séances, ni d'une opposition vecteur/fonction. Cet axe est semblable au second axe de l'analyse de la séance F (tant du point de vue des caractéristiques que du point de vue de la structure des épisodes), mais les épisodes v2 et v3 se positionnent dans la structure obtenue. On a une opposition entre v3 et f4 d'une part et f1, f5, f6 et v2 d'autre part. Ces derniers épisodes sont contextualisés, informatifs, en langue plutôt mathématique et contiennent peu de questions. Les discours des épisodes v3 et f4 portent aussi sur le lien et les mathématiques décontextualisées et sont argumentatifs.

Pour information, le troisième axe de cette analyse oppose les épisodes f1 et v4 (réflexions et argumentations en langue mathématique) aux épisodes f2 et v2 (structuration et information en langue moins soutenue).

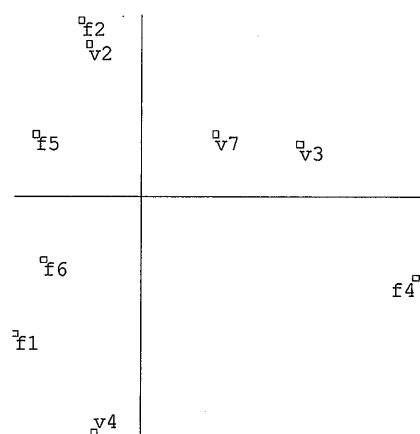


Schéma 25

Professeur B.
Étude de discours.
Nuage des épisodes.

Tous les épisodes sauf v5, v6, v1 et f3 (voir Schéma 24).

Axes :
2 horizontal.
3 vertical.
(seuls, des axes des quatre analyses, à présenter des oppositions "mixtes").

Point de vue global.

Globalement plusieurs faits tendent à montrer une distinction marquée entre les discours des deux séances. De façon directe tout d'abord, des groupes d'épisodes de la séance V s'opposent à des groupes d'épisodes de la séance F. On a vu aussi que l'on retrouve tel quel et sans insertion réciproque les premiers axes des analyses de chaque séance.

Mais plusieurs remarques appellent des conclusions plus nuancées.

- Il y a tout d'abord une différence structurelle entre les deux séances : le professeur ne fait pas de cours (explicitement) dans la séance F.
- Par ailleurs les oppositions entre épisodes de la séance F et épisodes de la séance V ne portent pas sur tous les épisodes. Et cette opposition porte plus sur la forme (teneur) que sur le fond (fonction, objet) du discours.
- Les premiers axes des études de discours des deux séances se retrouvent ici indépendamment (indice de différence nette entre les deux séances) mais ces deux axes traduisaient plus, au sein de chaque séance, l'originalité d'un épisode (v1 et f3, originalité qui subsiste donc au sein des deux séances réunies) que la structure de la séance.
- Enfin, une fois mis de côté les épisodes de cours et les deux épisodes "originaux", la structure principale est marquée par l'opposition entre les épisodes des deux séances certes mais aussi par des oppositions "mixtes" (axes 2 et 3 de la quatrième analyse).

(iii) Croisement des deux études.

L'étude des analyses de tâche décrit deux séances différentes (l'une, V, ayant des caractéristiques d'une séance d'introduction et l'autre, F, d'une séance de résolution d'exercices) mais dont les tâches sont comparables¹⁷² (selon deux critères communs : la "difficulté" et la qualité de la réflexion et de la correction).

L'étude des analyses de discours reprend cette opposition, les discours des épisodes qui ne sont ni de cours ni originaux sont comparables eux aussi (mais ce phénomène est plus secondaire que pour les tâches).

Je vais décrire les associations entre type de discours et type de tâche.

Tout d'abord, on peut noter que le professeur B a un discours très typé pour les moments de cours : décontextualisation, langue mathématiquement soutenue et peu d'information présente.

(1) Il est intéressant de se pencher sur la tâche des épisodes dont le discours se démarque nettement des autres (les épisodes f3 et v1).

On s'aperçoit que l'épisode f3 (échanges non contextualisés de réflexion et de structuration) a une tâche originale (exercice difficile que le professeur corrige), la tâche présentée peu donc être une explication du discours proposé.

¹⁷² au sens propre.

Le caractère original du discours de l'épisode v1 ne peut s'expliquer par sa tâche (elle a les mêmes caractéristiques que v2 et f1 par exemple : correction rapide d'exercices faciles).

On peut noter que le type de discours de l'épisode v1 se rapproche de celui des épisodes de cours (décontextualisation, peu de question, teneur variée...) mais que, alors que le cours est fait majoritairement en langue mathématique, l'épisode v1 est marqué par un discours en langue courante. On peut donc penser que le professeur profite du premier épisode de la séance pour (re)donner des éléments de cours nécessaires pour la suite, il le fait de façon plus informelle que pendant un épisode de cours.

(2) Les épisodes v1, v2 et f1 ont une tâche proche et des discours variés, de même les épisodes f2, v3, f5 et v7.

Ces quatre épisodes sont des épisodes ouverts et ardu où les justifications sont données. Leurs différences de discours (f2-f5 et v3-v7) correspondent à celles constatées entre les deux séances.

(3) A l'inverse certains épisodes ont des discours proches (par delà les différences entre les deux séances) à propos de tâches distinctes.

Par exemple les épisodes f2, v2 (et, dans une moindre mesure, f5) ont un discours contextualisé en langue courante avec moins de questions alors que v2 est un épisode de correction rapide d'exercice facile et f2 (et f5) est un exercice ouvert et ardu où les justifications sont données.

De même les épisodes v3 et f4 ont des discours proches alors que la tâche de f4 est atypique dans l'analyse de tâche, f6 a le même discours que f1 et v4 alors que la tâche de cet épisode est aussi atypique.

(iv) Bilan.

On a donc observé une certaine indépendance entre tâches et discours.

Les tâches sont comparables d'une séance à l'autre (difficulté et importance de la correction et de la réflexion), ceci bien que les séances soient, au premier abord, différentes (introduction ou non).

Les discours sont variés, ils ne sont pas liés aux tâches. Le professeur s'empare ou non d'un exercice pour aller plus loin indépendamment du type de tâche (et donc, d'après ce qui précède, indépendamment de la séance, de la difficulté ou de l'importance des justifications).

Il faut souligner ce qui se passe pour l'épisode v1, premier épisode d'une séance d'introduction (a priori présentée comme telle mais aussi a posteriori d'après l'analyse de tâche) pendant lequel le professeur a un discours décontextualisé ou de lien, sans questions, qui semble donc apporter les éléments de cours nécessaires à la suite de la séance (alors qu'ils sont censés être découverts par les élèves).

c) PROFESSEUR M.

Ces deux séances sont composées de 17 épisodes, dont cinq épisodes "de cours" : les épisodes f5, v6, v9 et v10¹⁷³.

On pourra se référer aux comptes rendus des analyses des séances du professeur M (page 91 pour la séance F, page 120 pour la séance V).

(i) Étude de l'analyse de tâche activité.

J'utilise ici deux ACM, une première regroupant tous les épisodes d'exercice, et, cette première analyse ne permettant (presque) que de constater l'originalité de l'épisode v1, une seconde sans l'épisode v1.

C'est pour des raisons techniques que ces deux analyses semblent de moins bonne qualité que les analyses des études de tâche des autres professeurs (voir annexe 3). Deux facteurs seulement ont été nécessaires ici pour atteindre le seuil de représentativité de l'analyse (fixé¹⁷⁴ à 33% de l'inertie du nuage). Les autres études portent sur trois facteurs (et recouvrent donc une plus grande part de l'inertie du nuage, en moyenne 45%) car l'inertie cumulée par les deux premiers facteurs était inférieure à 33%. De même la proportion de paramètres ou d'épisodes mal représentés est plus faible sur trois axes que sur deux.

Première analyse : opposition vecteur / fonction et distinction de v1.

Représentativité des facteurs étudiés.

Inertie cumulée des facteurs retenus : 33% (% de l'inertie totale).

Paramètres mal représentés par ces facteurs : 18% (% des paramètres non constants).

épisode mal représenté par ces facteurs : 3/13.

Cette analyse est donc de qualité médiocre, mais c'est la seconde analyse qui servira principalement.

Hétérogénéité des épisodes et paramètres constants.

Certains paramètres sont constants au long des deux séances.

¹⁷³ Je garde les mêmes notations que dans le paragraphe précédent : v1, v2, v3... représentent, dans tout ce paragraphe, les épisodes de la séance V (séance sur les vecteurs du professeur M) et f1, f2, f3... représentent les épisodes de la séance F (séance sur les fonctions du professeur M).

¹⁷⁴ Voir note 110 page 72.

Il s'agit de deux séances d'introduction pendant lesquelles le professeur veut faire réviser. Les questions sont toujours ouvertes, un seul cadre est en présence, il n'y a pas de changement de point de vue et pas d'interprétation à faire.

Interprétation du premier facteur.

Le premier facteur oppose des épisodes de la séance V à des épisodes de la séance F. On peut noter que certains épisodes sont mal représentés sur ce facteur (v2, v7, v8, v11 et f6), et que l'épisode v1 est l'épisode le plus "vecteur"¹⁷⁵ et f1 l'épisode le plus "fonction" (voir le Schéma 26 dans le bilan de cette analyse, page 154).

Les exercices des épisodes "fonction" (contrairement aux épisodes "vecteur") sont préparés à la maison (et le professeur vérifie le travail fait), ils sont répétitifs, il n'y a pas de recherche en classe, les élèves sont interrogés nominativement mais interviennent aussi spontanément.

Les épisodes "vecteur" nécessitent plus souvent une recherche en classe, les notions sont vues comme extension ou comme formalisation (FUG), elles doivent être mobilisables, les énoncés laissent plus d'initiatives, le cadre et le registre sont libres, ils sont plus décontextualisés, les justifications sont de nature logique et utilisent des éléments du cours (définition...), le professeur veut faire acquérir des connaissances ou des méthodes (pour les épisodes "fonction" il s'agissait de techniques).

Les épisodes "fonction" ont quelques caractéristiques d'une « séance d'introduction » : les notions sont vues comme réponse à un problème (RAP), même si les notions ne sont pas clairement nouvelles, les situations, elles, le sont, on peut noter des intermédiaires à introduire, des adaptations à faire, le professeur souhaite introduire les notions considérées et familiariser les élèves (alors qu'il veut réactualiser les connaissances dans les épisodes 'vecteurs'), le professeur parle, et triche, plus.

On peut donc dire que l'on a deux séances d'introduction, la séance V s'attache à une notion difficile à aborder ainsi (FUG) et les exercices semblent théoriques et difficiles, la séance F aborde une notion RAP, les exercices semblent plus accessibles (connaissances à un niveau technique), et moins décontextualisés. Par ailleurs, les deux séances se distinguent aussi par le fait que les exercices de la séance F ont été préparés par les élèves.

Interprétation du second facteur.

¹⁷⁵ Cette notation est utilisée avec les restrictions décrites aux paragraphes précédents (Voir les notes 157 et 158).

Le second facteur de cette analyse reprend les caractéristiques du premier facteur de la première analyse de tâche de la séance V (deux analyses avaient été nécessaires lors de cette étude car l'épisode v1 occupait là aussi une place trop importante dans la première analyse).

Dans l'étude de la séance V, 98% de l'inertie de v1 était portée par le facteur correspondant alors que les autres épisodes n'étaient représentés qu'à 6% (en moyenne, avec un maximum de 14%). Ici, l'originalité de v1 est moins marquée : il est représenté à 72% par le second facteur, mais les autres épisodes sont représentés ici aussi à 6% par ce facteur (en moyenne, avec un maximum de 20%). Je vais considérer que ce facteur décrit v1.

Les caractéristiques des deux facteurs de ces analyses étant très proches, je redonne ici la description correspondante dans l'analyse de la séance V.

Le premier facteur est lié au début de séance. On y retrouve un discours dans le langage courant (...) le travail demandé est un travail de réflexion décontextualisé, la recherche se fait avec la classe, peu de temps y est consacré, les justifications ne sont pas données, les questions sont très ouvertes, le cadre, le registre, les outils sont libres, les connaissances doivent être mobilisables.

Le professeur ne pense pas que la tâche soit difficile, il parle moins, ferme moins et triche moins que dans les autres épisodes. Il interroge les élèves par leur nom et reprend peu les idées des élèves.

Bilan sur la séance.

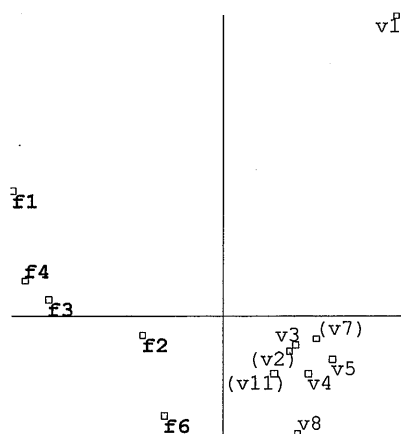


Schéma 26

Professeur M.
Étude de la tâche.

Nuage des épisodes.
(sauf les épisodes de cours f5, v6, v9 et v10).

Facteurs :
1 horizontal ("fonction"/"vecteur").
2 vertical.

Dans cette première analyse on observe donc tout d'abord une opposition entre les épisodes "vecteurs" (introduction théorique et difficile) et les épisodes "fonction" (introduction préparée, plus accessible).

Le second facteur permet de caractériser v1 comme un épisode de réflexion assez générale.

Seconde analyse : les autres épisodes.

Représentativité des facteurs étudiés.

Inertie cumulée des facteurs retenus : 35% (% de l'inertie totale).

Paramètres mal représentés par ces facteurs : 15% (% des paramètres non constants).

Épisode mal représenté par ces facteurs : 0/12.

C'est donc une analyse de meilleure qualité que la précédente, notamment du point de vue des épisodes représentés.

Hétérogénéité des épisodes et paramètres constants.

Ces deux séances sont des séances d'introduction pendant lesquelles le professeur veut faire réviser, les questions sont ouvertes mais le cadre, le registre, le point de vue sont fixés. Les exercices sont contextualisés.

Remarque : les deux séances de ce professeur (avec ou sans l'épisode v1) sont plus homogènes que les séances des autres professeurs (voir annexe 3).

Interprétation du premier facteur.

Le premier facteur de cette analyse correspond, tant du point de vue des épisodes que de celui des paramètres, au premier facteur de l'analyse précédente. On pourra noter que plus d'épisodes sont concernés par l'opposition "vecteur" / "fonction" puisque seuls les épisodes f6, v2 et v11 sont mal représentés par ce facteur (f6, v2, v11, v7 et v8 pour la première analyse).

Interprétation du second facteur.

Ce facteur reprend les caractéristiques des premiers facteurs des analyses de la séance F et de la séance V (sans v1). Voici les deux résumés correspondants :

- Séance V¹⁷⁶ :

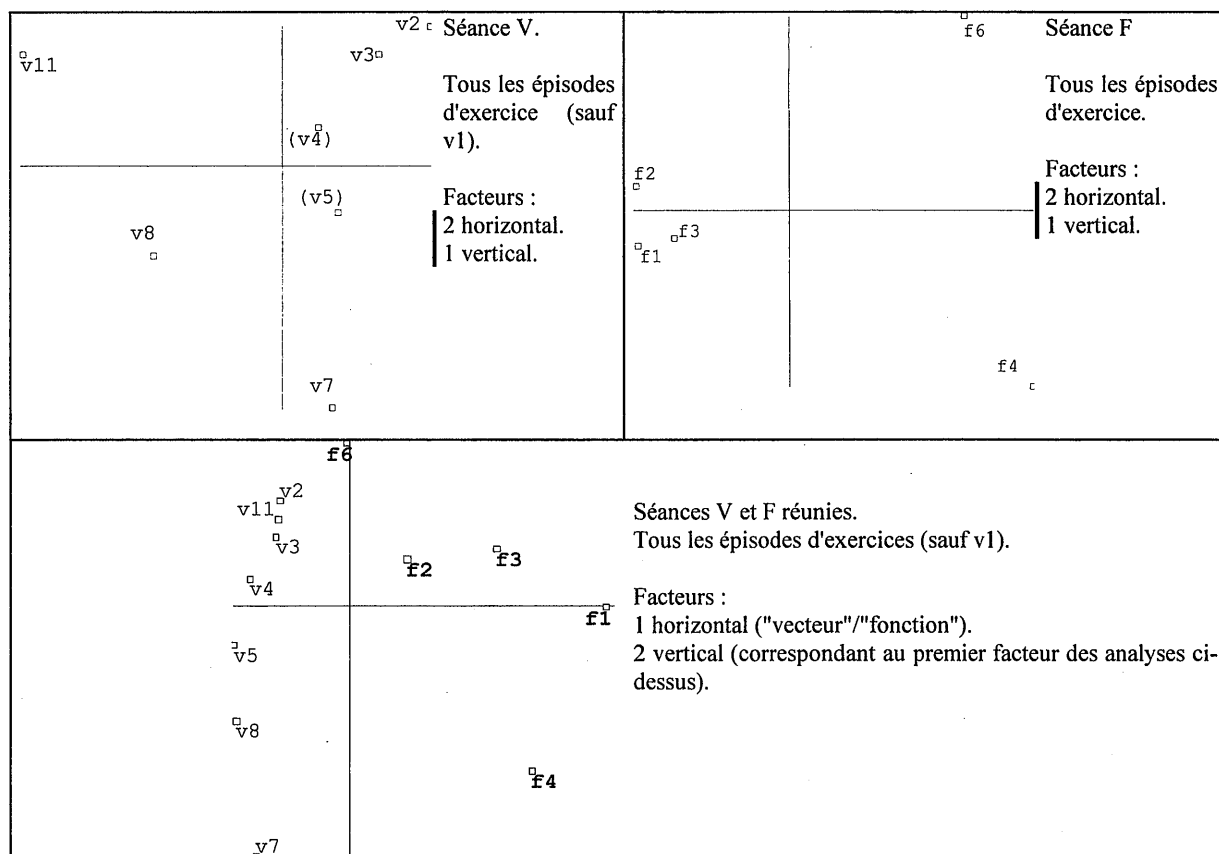
On aurait donc ici une opposition entre des épisodes "faciles" (parallélogramme, constructions simples, le professeur est à l'aise, les élèves aussi) et des épisodes plus "difficiles" (reconnaître, utiliser des définitions, à propos de vecteurs et de translation).

¹⁷⁶ Pour plus de détail se reporter au compte rendu de la séance (voir page 93).

• Séance F¹⁷⁷ :

Le premier facteur oppose des épisodes de travail de techniques, sur les nombres, à des épisodes de réflexion plus libre (en ce qui concerne la tâche à effectuer) dont les caractéristiques, dans les faits, se rapproche de celles d'un cours magistral (tâche effective).

Schéma 27 (professeur M, étude de la tâche, nuages des épisodes).



Bilan sur la séance.

Les deux séances sont de nature différente et leur épisodes se distinguent au premier abord (opposition entre "vecteur" et "fonction"). L'épisode v1 qui se détachait des épisodes de la séance V, reste original parmi les épisodes des deux séances. Au delà de ces deux faits les deux séances semblent comparables.

- Les épisodes f4, v7 et v8 sont des épisodes de réflexion, plus difficiles. f4 est de type "fonction", v8 est de type "vecteur", v7 est mal représenté sur premier facteur.
- Les épisodes v2, v3, v11 et f6 sont des épisodes plus faciles. v3 est de type "vecteur", v2, v11 et f6 sont mal représentés sur le premier facteur.
- v4 et v5 sont de type "vecteur" et sont mal représentés sur le second facteur.

¹⁷⁷ Pour plus de détail se reporter au compte rendu de la séance (voir page 123).

- f1, f2 et f3 sont de type "fonction", ils sont mal représentés sur le second facteur.
- Pour mémoire, l'épisode v1 est un épisode de réflexion générale.

(ii) Étude de l'analyse de discours.

Trois ACP ont servi ici, une première regroupant tous les épisodes des deux séances, une seconde sans les épisodes de cours (f5, v6, v9 et v10) afin de voir la structure des différents discours sans être "aveuglé" par l'opposition cours/exercice (que l'on va constater), la troisième analyse s'est avérée nécessaire car l'opposition cours/exercice était maintenue par les épisodes v1 et v7 (dont le discours est proche de celui des épisodes de cours, on va le voir).

Les plans factoriels retenus recouvrent approximativement 40% de l'inertie.

La première opposition constatée est une opposition cours/exercice. Les discours "de cours" sont de deux types : le premier type (regroupant les épisodes f5, v1, v7, v9 et v10¹⁷⁸) caractérisés par l'absence de discours contextualisé (il y a du discours sur le lien) et une langue plutôt courante (les trois fonctions sont présentes), et le second type (regroupant les épisodes v6 et, dans une moindre mesure, v8¹⁷⁹) qui est proche mais qui semble plus contextualisé et moins informatif que le premier.

Schéma 28 (professeur M, étude du discours, nuage des épisodes).

<p>□_{v11}</p> <p>□_{v4} f1 □_{v3} □_{v2} □_(v5)</p>	<p>□_{v6(c)}</p> <p>□_{v8}</p> <p>Tous les épisodes.</p> <p>Axes : 1 horizontal 2 vertical.</p>	<p>□_{v3} □_{v4} □_{v2}</p> <p>□_{v11}</p> <p>□_{v8}</p> <p>□_(v5)</p>	<p>Tous les épisodes sauf les épisodes de cours.</p> <p>Axes : 1 horizontal. 2 vertical.</p>
<p>□_{f2} □_{f4} □_{f3} f6</p>	<p>□_{f5(c)} □_{v10(c)} □_{v9(c)} □_{v1} □_{v7}</p> <p>opposition "cours"/"exercices" sur le premier facteur.</p>	<p>□_{f3} □_{f2} □_{f4} f6</p> <p>□_{v7}</p>	<p>La structure a peu changé, v1 et v7 maintiennent le pôle "cours".</p>

Sur la première et la seconde analyse le second facteur oppose des épisodes de la séance V (v2, v3, v4, v11 et... f1, avec côté cours v6) à des épisodes de la séance F (f2,

¹⁷⁸ Les épisodes v1 et v7 ne sont pas, a priori, des épisodes de cours.

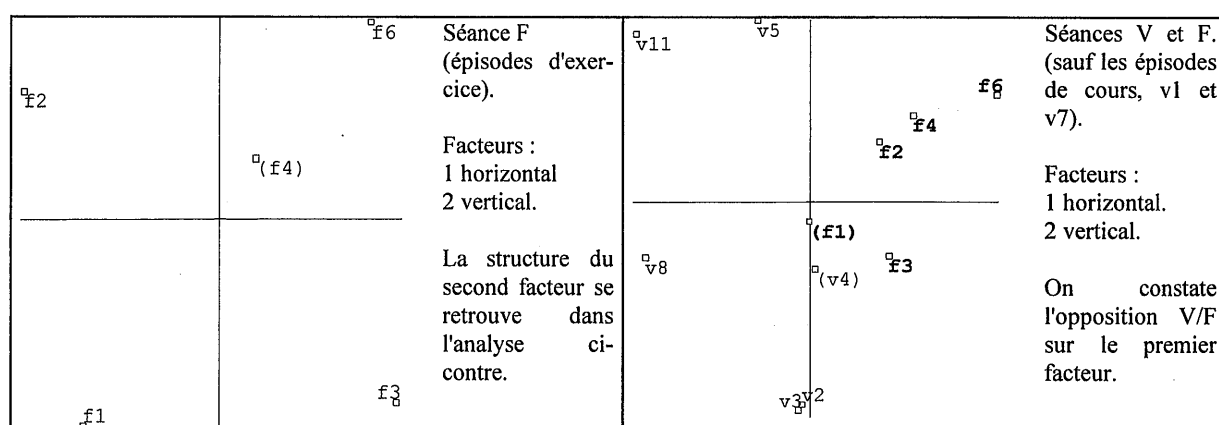
¹⁷⁹ L'épisode v8 est flou dans ce plan factoriel, ce n'est pas, a priori, un épisode de cours.

f3, f4, f6 et, côté cours, v7)¹⁸⁰. Tous ces épisodes sont marqués par un discours de réflexion-structuration (sauf v2, f2 et f3 qui sont plus informatifs), mais les discours v2, v3, v4 et v11 portent sur le lien, comportent beaucoup de question et sont en langue mathématique, alors que les discours f2, f3, f4 et f6 sont plus contextualisés et contiennent moins de questions.

Le premier facteur de la dernière analyse reprend cette opposition, les caractéristiques sont identiques. Le second facteur reprend la structure du second facteur de l'analyse de la séance F sur lequel se place des épisodes de la séance V. On trouve trois groupes d'épisodes sur ce plan :

- L'objet, la teneur et la fonction du discours des épisodes v5, v8 et v11 sont variés (v8 est cependant dominé par des questions d'argumentation sur le lien¹⁸¹).
- f2, f4 et f6 sont dominés par un discours contextualisé, contenant moins de questions et de structuration que les précédents.
- v2, v3 et f3 contiennent beaucoup de question, il s'agit d'échange d'information en langue mathématique sur le lien pour v2, v3 et sur l'exercice pour f3.

Schéma 29 (professeur M, étude du discours, nuage des épisodes).



(iii) Croisement des deux études.

Quelques points sont à noter :

(1) Il est intéressant tout d'abord d'observer le cas de l'épisode v1. Cet épisode a un comportement atypique par rapport aux autres épisodes des deux séances dans l'analyse de tâches et d'activités (réflexion décontextualisée très ouverte) et un discours de cours qui est proche de celui de l'épisode v7 (l'épisode v7 est un épisode de réflexion diffi-

¹⁸⁰ Les épisodes v1, v5 et v8 sont mal représentés sur les seconds facteurs des deux analyses, f1 et v7 sont mal représentés sur le second facteur de la deuxième analyse (qui présente donc une opposition plus nette entre les discours des deux séances), f2 et v2 sont mal représentés sur le second facteur de la première analyse.

¹⁸¹ Indice de la présence d'une démonstration.

cile, comme f4 et v8). Cette distinction forte dans l'analyse de tâches se retrouve donc atténuée dans l'analyse de discours.

(2) Les épisodes f4 et f6 (et dans une moindre mesure v7) ont un discours proche (plutôt contextualisé, argumentatif comportant peu de questions) mais leurs tâches sont (sur un des axes) opposées : f4 est un épisode de réflexion plus libre, difficile et plutôt de type magistral et f6 est plus facile, plus technique. Peut-être est-ce dû au fait que l'épisode f6 vient après un épisode de cours : le professeur s'emparant alors d'un exercice pour prolonger et compléter le cours ou une réflexion.

(3) On peut noter aussi que l'épisode f1, alors qu'il a le même type de tâche que les épisodes f2 et f3 (épisodes "fonction" : d'introductions, plutôt faciles et accessibles), se détache par son discours : il a un discours de type "vecteur" (plus décontextualisé, avec plus de questions, dans un langage courant).

(iv) Bilan.

On observe donc une certaine indépendance entre les tâches et activités proposées et le discours effectif. D'un côté (tâches et activités) on observe deux séances bien typées ("vecteur" d'un côté et "fonction" de l'autre) mais ayant par ailleurs une organisation commune des épisodes (selon une certaine "difficulté"). De l'autre (discours) on observe une opposition classique entre "cours" et "exercices" et un certain mélange entre les deux séances.

Ces deux « mélanges » ne se correspondent pas, il y a une certaine indépendance entre le discours et les tâches - activités en présence.

d) PROFESSEUR R.

Ces deux séances sont composées de 19 épisodes, dont deux épisodes "de cours" : les épisodes f2 et v12¹⁸².

On pourra se référer aux comptes rendus des analyses des séances du professeur R (page 98 pour la séance F, page 128 pour la séance V).

(i) Étude de l'analyse de tâche activité.

Une seule ACM a servi ici, elle a été étudiée sur trois axes. Elle concerne les 17 épisodes d'exercices.

Représentativité des facteurs étudiés.

Inertie cumulée des facteurs retenus : 42,5% avec trois facteurs (% de l'inertie totale).

Paramètres mal représentés par ces facteurs : 8% (% des paramètres non constants).

Épisode mal représenté par ces facteurs : 1/17.

Hétérogénéité des épisodes et paramètres constants.

Seuls quatre paramètres sont constants sur les deux séances : la correction est toujours dialoguée avec les élèves, un seul cadre est en jeu dans les exercices, il n'y a pas d'interprétation à faire, les notions sont abordées comme objet.

Interprétation du premier facteur.

Le premier facteur de l'analyse des deux séances correspond au premier facteur de l'analyse de la séance F (voir Schéma 30 page 161). On peut noter trois choses à ce propos :

- Ce facteur oppose tout d'abord "graphiquement" les épisodes de la séance F (d'un côté du plan factoriel) à ceux de la séance V (de l'autre).
- Sur le fond les deux séances sont de nature différente puisque, au moins en ce qui concerne ce premier facteur, les épisodes de la séance V sont beaucoup plus homogènes que ceux de la séance F.

¹⁸² Je garde les mêmes notations que dans le paragraphe précédent : v1, v2, v3... représentent, dans tout ce paragraphe, les épisodes de la séance V (séance sur les vecteurs du professeur R) et f1, f2, f3... représentent les épisodes de la séance F (séance sur les fonctions du professeur R).

- Enfin, cette opposition est soulignée par le fait que la plupart des épisodes de la séance V sont mal représentés sur ce facteur, alors qu'il correspond au premier facteur de l'analyse de la séance F.

Je redonne ici le résumé de la description de ce facteur : « Le premier facteur place d'un côté les épisodes aux énoncés très ouverts [ici les épisodes représentés de la séance V¹⁸³ et f1], le but est de réfléchir (...) (c'est plutôt le professeur qui réfléchit), et de l'autre côté des épisodes "de calcul" dont les énoncés sont plus cadrés [ici les épisodes f3, f4 et f5¹⁸⁴] ».

Schéma 30 (Professeur R, analyse de tâche, nuage des épisodes, présentation du premier facteur).

f6	Séance F. Tous les épisodes d'exercice. Facteurs : 1 horizontal. 2 vertical.	v11 [□] v7 v10 [□] v5 v9 [□] v8 [□] v6 [□]	Séances V et F. Tous les épisodes d'exercices. Facteurs : 1 horizontal (reprise du facteur 1 de la séance F). 2 vertical.
f1 [□] f7 [□]	f3 [□] f5 [□] f4 [□]	v2 [□] v4 [□] v1 [□] f1 [□]	f4 [□] f5 [□] f3 [□] v3 [□] (f6) f7 [□] (f7)

Interprétation du second et du troisième facteur.

Le second facteur de l'analyse reprend les caractéristiques du premier facteur de l'analyse de la séance V, le troisième facteur de l'analyse reprend les caractéristiques du second facteur de l'analyse de la séance V (tant du point de vue des épisodes que du point de vue des paramètres). Les épisodes de la séance F (sauf f1 et f7) sont mal représentés sur ces facteurs.

¹⁸³ De tout ces épisodes seuls les épisodes v1 et v4 sont bien représentés sur ce facteur.

¹⁸⁴ f6 et f7 sont mal représentés sur ce facteur.

Schéma 31 (Professeur R, analyse de tâche, nuages des épisodes, présentation des facteurs 2 et 3).

v_4 v_1	v_6 Séance V. Tous les épisodes d'exercice. Facteurs : 1 horizontal. 2 vertical.	f_7 f_1 (f_6) (v_4)	Séances F et V. Tous les épisodes d'exercice. Facteurs : 2 horizontal. 3 vertical.
v_3 v_2	(v_9) v_{11} v_{10} v_7 v_5	v_1 v_3 v_2	v_6 v_8 v_7 v_{11} v_9 v_{10} v_5 Respectivement proches des facteurs 1 et 2 de la séance V (ci-contre).

Je reprend le résumé de la description des facteurs de la séance V :
« Pendant cette séance, les exercices sont donc structurés essentiellement selon leur difficulté (qui va croissante avec le temps), plus elle est importante plus les choses sont organisées pour que les élèves travaillent seuls, mais plus le professeur intervient et aide [ici v_1 et f_1 , "faciles", s'opposent à v_5 , v_7 , v_9 , v_{10} et v_{11} ¹⁸⁵].

Le deuxième facteur organise les épisodes suivant l'importance de la réflexion (réelle activité introductrice (?), travail non rigoureux mais difficile) à fournir par les élèves. Le professeur ne relie pas réflexion et difficulté, il répète plusieurs fois la tâche à effectuer (afin que cela semble plus naturel ou parce que ce sont déjà des exercices post cours ?) [ici v_2 et v_3 , "sans réflexion", s'opposent à v_6 et f_7 ¹⁸⁶].

On peut noter que l'épisode f_1 se place comme un exercice facile (premier facteur de la séance V) et que l'épisode f_7 est lui un épisode de réflexion (second facteur de la séance V).

Bilan sur la séance.

Les deux séances du professeur R semblent donc peu comparables.

La séance F s'organise selon l'ouverture des énoncés proposés, la séance V plus globalement selon la difficulté (ouverture, outils utilisés, dévolution...) et selon le travail à fournir par les élèves (caractère introductif, réflexion, rigueur...).

On peut cependant noter que les épisodes de la séance V (et notamment les épisodes v_1 et v_4) sont plutôt ouverts (dans la structure de la séance F), et que, bien que proches au sein de la séance F (épisodes de réflexion relativement riches) les épisodes f_1 et f_7 se

¹⁸⁵ Les autres épisodes sont mal représentés sur ce facteur.

¹⁸⁶ Voir note 185.

distinguent ici : f1 est plus "facile" et moins "réfléchi" que f7. L'ouverture des énoncés et la qualité de la réflexion semblent donc être des critères partiellement communs aux deux séances.

(ii) Étude de l'analyse de discours.

Deux analyses ACP, en plus des analyses de chaque séance, servent ici (avec et sans les épisodes de cours). Elles recouvrent respectivement 37% et 36% de l'inertie du nuage. Seul l'épisode v1 est mal représenté sur les deux plans factoriels obtenus.

Tous les épisodes ont un discours dont la fonction est variée, les regroupements se font donc suivant la teneur ou l'objet du discours. Les discours de la séance F sont beaucoup plus homogènes que ceux de la séance V (seuls f1 et f2 se détachent).

Le premier axe de l'analyse reprend en grande partie la structure des premiers axes des analyses de chaque séance. Les discours des deux séances semblent donc comparables, ils sont cependant, une fois la comparaison effectuée, différents. La distinction principale est centrée sur l'objet du discours : les épisodes de la séance V sont rarement contextualisés alors que ceux de la séance F le sont presque tous.

Schéma 32 (Professeur R, analyse du discours, présentation du nuage des épisodes).

	<p>f5</p> <p>Séance F.</p> <p>Tous les épisodes</p> <p>Axes :</p> <p>1 horizontal (proche du premier axe de l'analyse ci-dessous).</p> <p>2 vertical.</p>	<p>v10</p> <p>v3</p> <p>Séance V.</p> <p>Tous les épisodes</p> <p>Axes :</p> <p>1 horizontal (proche du premier axe de l'analyse ci-dessous, à gauche).</p> <p>2 vertical.</p>
<p>f1</p> <hr/> <p>f2c</p>	<p>(f6)</p> <p>f4</p> <p>f7</p> <p>f3</p>	<p>v8</p> <p>(v11)</p> <p>v2</p> <p>v4</p> <p>v12c</p> <p>v9</p> <p>v7</p> <p>v5</p> <p>v1</p> <p>v6</p>

<p>v6</p> <p>v4</p> <p>v2 (v3) (f1)</p> <p>v9</p> <p>v12c</p>	<p>Séances F et V.</p> <p>Tous les épisodes.</p> <p>Facteurs : 1 horizontal. 2 vertical.</p>	<p>v7</p> <p>v8</p> <p>v5</p>	<p>v6</p> <p>Séances F et V.</p> <p>Tous les épisodes d'exercice.</p> <p>Facteurs : 1 horizontal. 2 vertical.</p>
<p>v11</p> <p>v7</p> <p>v8</p> <p>(v5)</p> <p>(v1)</p>	<p>f6</p> <p>f7</p> <p>v10</p> <p>f2c</p> <p>f5</p> <p>f4</p> <p>f3</p>	<p>(v1)</p> <p>(v11)</p> <p>v2</p> <p>v4</p> <p>f7</p> <p>v10</p> <p>f6</p> <p>f4</p> <p>f3</p> <p>f5</p>	<p>Avec ou sans les épisodes de cours : peu de changements¹⁸⁷.</p> <p>v3</p> <p>v9</p> <p>f1</p>

On repère dans les deux plans factoriels (avec ou sans les épisodes de cours) plusieurs groupes d'épisodes :

- v2, v3, v4, v9, v12 et f1, épisodes dont le discours est un discours de type "cours de la séance V"¹⁸⁸, c'est à dire discours essentiellement décontextualisé (un peu de lien pour v2 et v4), comportant un peu plus de questions que les autres épisodes.
- f3, f4, f5, f6, f7 et v10 sont des épisodes dont le discours est marqué par sa contextualisation et par son manque relatif de questions.
- v5, v6, v7, v8 et v11 sont en langue courante centrés sur le lien et comportent des questions.
- L'épisode f2 est un peu flou, il est marqué par une absence de discours sur le lien et par une absence de question.

Il faut noter que le second axe de cette analyse ne reprend pas la structure d'un des axes étudiés des deux séances, il y a recomposition, et, là aussi, les deux séances ne sont donc pas complètement étrangères (même si cela apparaît peu dans les groupes d'épisodes trouvés).

(iii) Croisement des deux études.

(1) Les épisodes f1 et f7 ont des tâches comparables aux tâches des épisodes de la séance V (f1 est facile, de même que v1, et plutôt¹⁸⁹ réfléchi, f7 demande une réflexion plus poussée, de même que v4 et v6, il est plutôt¹⁹⁰ "facile").

¹⁸⁷ Ce qui peut signifier que d'autres épisodes ont un discours proche de celui des épisodes de cours. C'est le cas ici. On peut noter aussi qu'il n'y a que deux épisodes de cours et que l'un des deux est flou (f2) : il n'ont donc pas un poids important par rapport aux autres épisodes.

¹⁸⁸ Seul parmi ces épisodes v12 est un épisode explicitement de cours.

¹⁸⁹ Il est mal représenté sur ce facteur, voir l'étude de la tâche page 162.

¹⁹⁰ voir note 189.

Le discours de v1 est atypique dans l'étude effectuée (mal représenté), le discours de f1 n'est pas très bien représenté (voir Schéma 32 page 163) mais il est proche des discours des épisodes v2, v3, v4, v9 et v12 (qui sont tous ici classés plutôt¹⁹¹ comme "faciles", sauf v9). La "facilité" d'un épisode pourrait donc entraîner un certain type de discours (décontextualisé avec questions) mais cette conclusion est peu sûre compte tenu de la mauvaise représentation des épisodes dans les analyses considérées, de l'exception de f7 qui est "plutôt facile" et dont le discours n'est pas du type attendu, voir ci-dessous, et de l'exception de v9 qui a bien le discours attendu mais dont la tâche est classée comme "difficile".

Le discours de f7 est opposé aux discours des épisodes dont il a, ici, une tâche proche (v4 et v6 : discours sur le lien, et décontextualisé pour v4, avec des questions), c'est un discours proche des discours des autres épisodes de la séance F (contextualisé, peu de question). La tâche ne semble donc pas influencer le discours : même un épisode de réflexion "comme peut l'être un épisode de la séance V", s'il est proposé pendant la séance F est proposé avec le discours de cette séance.

(2) v10 a un discours très proche du discours des épisodes f3, f4, f5, f6 et f7 (tous les épisodes de la séance F sauf f1, voir ci-dessus, et f2, épisode de cours) : contextualisé avec peu de questions. On peut noter que la tâche de v10, proche de v5, v7, v9 et v11 (tâche de type "vecteur" et "difficile"), n'a pas du tout les caractéristiques, sur aucun des trois facteurs considérés, des tâches des épisodes de la séance F (tâche de type "fonction", mal représenté sur les facteurs 2 et 3, sauf f7, voir ci-dessus). Il y a donc ici aussi une non correspondance entre type de tâche et type de discours.

(3) On ne trouve pas, au sein de ces deux séances, d'autre association entre type de tâche et type de discours que le fait que pour les deux points de vue les deux séances s'opposent. Le professeur semble associer ouverture des exercices et réflexion (caractères associés majoritairement aux épisodes de la séance V) à la non contextualisation du discours, à un nombre de question plus élevé et à une légère augmentation de la structuration (globalement cependant les trois fonctions sont présentes dans tous les épisodes).

(iv) Bilan.

Tant du point de vue de la tâche que du point de vue du discours, la séparation première entre les épisodes repose sur la séance ; globalement, on a vu que le professeur propose des tâches nettement distinctes selon la séance, mais que son discours, bien que glo-

¹⁹¹ voir note 189.

bablement différent selon les séances, est comparable d'une séance à l'autre (certains épisodes des deux séances ont le même discours...) ; le professeur semble avoir plusieurs types de discours, mais ne les adapte que peu à la tâche ou à la séance considérée.

e) BILAN.

Sur le fond, ces comptes rendus seront repris dans le chapitre suivant. Comme pour les comptes rendus par séance¹⁹² il semble que ces analyses apportent un enrichissement des questions se posant sur les séances et apportent des réponses non triviales.

Ici le point négatif soulevé à propos des analyses par séance et notamment des analyses de discours n'a plus lieu d'être : il est souvent fait usage des analyses antérieures¹⁹³.

¹⁹² Voir page 134.

¹⁹³ Voir page 134.

III 2- Séances sur une même notion.

a) SÉANCES SUR LES FONCTIONS.

Il y a quatre séances portant sur les fonctions, on retrouve dans ces séances 28 épisodes dont 2 épisodes de cours : l'épisode R2¹⁹⁴ et l'épisode M5.

On pourra se référer aux comptes rendus des analyses des séances portant sur les fonctions (page 78 pour la séance b, page 85 pour la séance B, page 91 pour la séance M, page 98 pour la séance R).

(i) Étude de l'analyse de tâche activité.

Une analyse de tâche (ACM) a été nécessaire ici, le plan factoriel étudié regroupe 3 facteurs.

Représentativité des facteurs étudiés.

Inertie cumulée des facteurs retenus : 33% (% de l'inertie totale).

Paramètres mal représentés par ces facteurs : 15% (% des paramètres non constants).

Épisode mal représenté par ces facteurs : 2/26.

Hétérogénéité des épisodes et paramètres constants.

Un seul paramètre est constant sur les quatre séances : les notions abordées sont toutes principalement vues comme objet.

Interprétation du premier facteur.

Du point de vue des épisodes on constate que le premier facteur semble correspondre pour les quatre séances au déroulement. On retrouve d'un côté les épisodes de début de séance et de l'autre des épisodes de milieu ou de fin de séance¹⁹⁵.

Cette distinction se joue sur trois plans.

¹⁹⁴ Dans toutes les études comparant les séances portant sur une notion donnée (ici les fonctions), je note b1, b2, b3... les épisodes de la séance b (séance du professeur b1 sur la notion), B1, B2, B3... les épisodes de la séance B (séance du professeur b2 sur la notion), M1, M2, M3... les épisodes de la séance M (séance du professeur M sur la notion), R1, R2, R3... les épisodes de la séance R (séance du professeur R sur la notion).

¹⁹⁵ Par ailleurs, les deux paramètres correspondant au déroulement de la séance sont effectivement parmi les paramètres liés à ce facteur. Pour simplifier je vais parler d'épisodes "de début" et d'épisodes "de fin". De même que les appellations "vecteur" et "fonction" étaient relatives dans les comptes rendus précédents, on verra, par exemple, que certains épisodes placés en début de séance ont en fait les caractéristiques d'un épisode "de fin" (R1 par exemple).

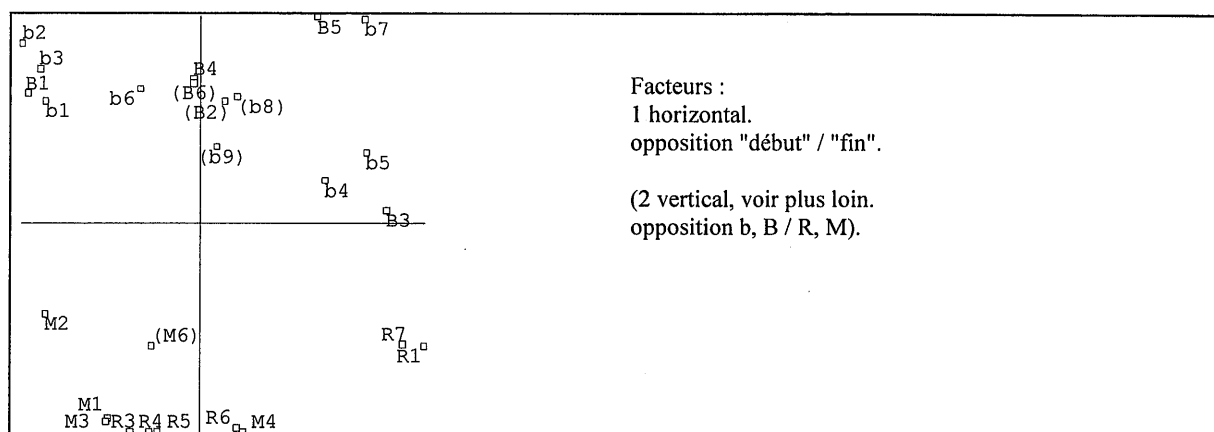
D'un point de vue pratique, tout d'abord. Les épisodes "de début", contrairement aux autres, sont préparés à la maison ; il n'y a pas de recherche en classe, et les exercices sont répétitifs. Des élèves passent au tableau, la correction est magistrale (les idées des élèves sont d'ailleurs relativement peu reprises), et le professeur interroge les élèves le plus souvent par leur nom ; il fait attention à ce que le travail soit fait (alors que pour les épisodes "de fin" il est plus attaché à la connaissance du cours).

Ensuite, on note que les épisodes "de fin" sont, plus que les autres, marqués par la nouveauté des concepts étudiés, des questions posées et des situations proposées. Le professeur les juge plus difficiles, il cherche moins à réactualiser des connaissances. Le registre évolue : de *graphique* pour les épisodes "de début" il devient, en passant par *littéral*, *langue courante* pour les épisodes "de fin" .

Enfin, la conceptualisation, la décontextualisation... vont croissantes avec le "temps"¹⁹⁶. Les notions abordées passent du tableau de valeur, du tracé du graphe pour les épisodes "de début" au tableau de variation, à l'étude de la périodicité ou de la parité pour les épisodes "de fin" (en passant par l'étude du graphe, de l'ensemble de définition ou de la continuité). Le type de problème posé évolue aussi dans ce sens : *construction* et *calculs de valeurs* "au début", *algèbre* et *réflexion* "à la fin" (en passant par *mesures* et *étude de configurations*). Le type de raisonnement nécessaire (*numérique* opposé à *logique*), les outils utilisés (*construction* contre *propriété*, *définition* et *analogie*), la production demandée soulignent aussi cette opposition. On a déjà vu que la difficulté allait croissante avec le "temps" (pour le professeur), c'est corroboré par les paramètres suivants : la méthode, les outils à utiliser, le cadre dans lequel se placer, le registre, le point de vue sont plus libres "en fin" de séance qu'"en début", les connaissances nécessaires doivent être mobilisables "en fin" de séance alors qu'elles sont utilisées au niveau technique "en début".

¹⁹⁶ voir note 195 page 168.

Schéma 33 (Séances fonction, étude de la tâche, nuage des épisodes, tous les épisodes d'exercice).



Interprétation du second facteur.

Le second facteur oppose très nettement les deux séances R et M aux séances b et B¹⁹⁷ (voir Schéma 34 page 171).

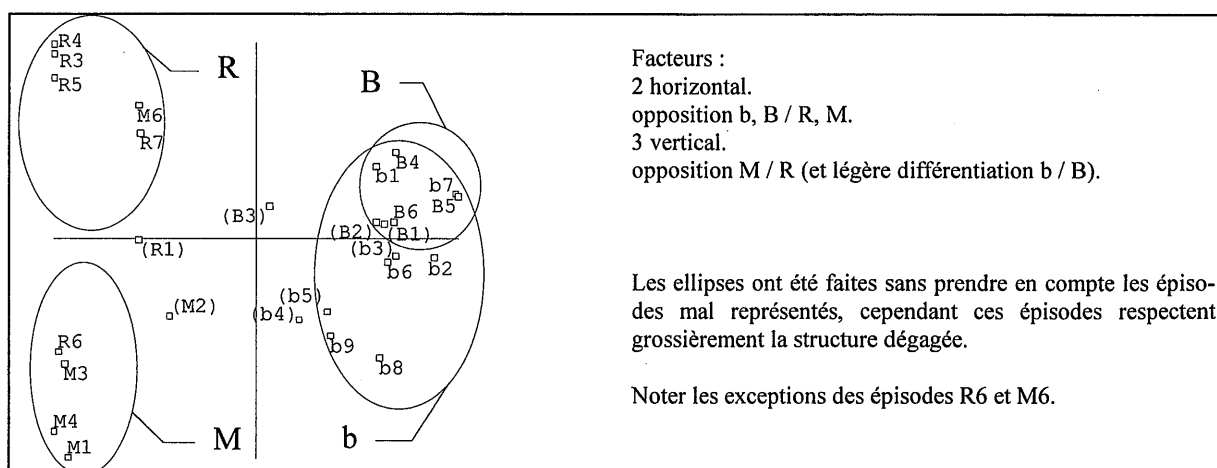
D'après les paramètres liés à ce facteur, je pense que cette distinction s'explique essentiellement par l'intention du professeur : dans un cas (R et M) il essaye de mener une activité introductrice (notion vue comme RAP, peu de justifications, langage courant, correction dialoguée, idées des élèves reprises, interventions spontanées des élèves, le professeur veut faire acquérir des connaissances, les situations sont nouvelles, les questions plutôt ouvertes, il y a un habillage...), dans l'autre (b et B) il organise plutôt une séance de résolution de problème (notions vues comme extensions, utilisation du cours, problème plutôt qu'exercices, correction magistrale, des démonstrations sont données par le professeur, il n'y a que peu de temps de recherche...)

Interprétation du troisième facteur.

Le troisième facteur permet de distinguer les deux séances r et M, et, dans une moindre mesure, les séances b et B se différencient plus que sur le second facteur.

¹⁹⁷ Il peut être intéressant de rappeler ici que les professeurs des séances b et B travaillent en parallèle dans les deux classes observées et ont préparé la séance ensemble.

Schéma 34 (Séances fonction, étude de la tâche, nuage des épisodes, tous les épisodes d'exercice).



On relève essentiellement une opposition de l'ordre du point de vue porté sur la notion à introduire : d'un côté un point de vue numérique (tableau de valeur, formules) voire algorithmique et de l'autre un point de vue plus géométrique.

Les épisodes "numériques" abordent les tableaux de valeur, les algorithmes et dans une moindre mesure les tableaux de variation. Le registre est littéral, une réflexion est nécessaire. Le raisonnement, la production et l'auto-contrôle demandés sont essentiellement numériques.

Les outils et la méthode sont plus imposés que dans les autres épisodes. Il y a moins d'adaptation, de transformation, et plus de mise en relation à faire, les situations sont nouvelles. Elles sont moins préparées à la maison, la recherche en classe est individuelle.

Les épisodes "géométriques" font intervenir plusieurs registres, ils abordent l'étude du graphe, la continuité et autres généralités sur les fonctions. On a à faire à des études de configuration, des problèmes de mesure ou de construction. Ils sont préparés à la maison, la recherche est collective, le professeur est exigeant (travail fait, cours su), le professeur cherche plus à faire réviser. Le raisonnement et la production demandés sont plus poussés (interprétations, analyse synthèses).

Bilan.

On a donc quatre séances relativement distinctes (voir Schéma 34 page 171).

Cependant il est assez intéressant d'observer que toutes les quatre ont une progression proche (voir premier facteur : exercices préparés à la maison au début, nouveautés et difficultés à la fin, conceptualisation, décontextualisation croissante...). La séance R est un peu originale puisqu'elle commence (R1) par un épisode "de fin" (pour se poursuivre selon le schéma général ci-dessus).

La première distinction entre les séances sépare les épisodes conçus comme des "activités introductives" — essentiellement ceux des séances R et M — et les épisodes de résolution d'exercice plus classiques — séances b et B — (voir second facteur).

La seconde distinction (voir troisième facteur) joue sur le point de vue par lequel on aborde les fonctions : numérico-algébrique (séance R et dans une moindre mesure B) ou graphique (essentiellement la séance M). La séance b est, de ce point de vue, moins typée.

(ii) Étude de l'analyse de discours.

Deux analyses, étudiées ici sur trois axes, ont été nécessaires. Elles représentent ainsi 43% de l'inertie du nuage. 6 épisodes (sur 28) sont mal représentés sur toutes les analyses. La proportion de paramètres mal représentés est de même grandeur : proche de 20%.

Ici aussi¹⁹⁸ les deux analyses effectuées sont très proches (voir ci-dessous l'exception des axes 3 et 3'¹⁹⁹). Certains épisodes classés a priori comme épisodes d'exercices ont en fait un discours "de cours", ils permettent dans la seconde analyse (sans les épisodes de cours) le maintien de la structure de la première.

Les types de discours s'organisent comme suit dans le plan factoriel.

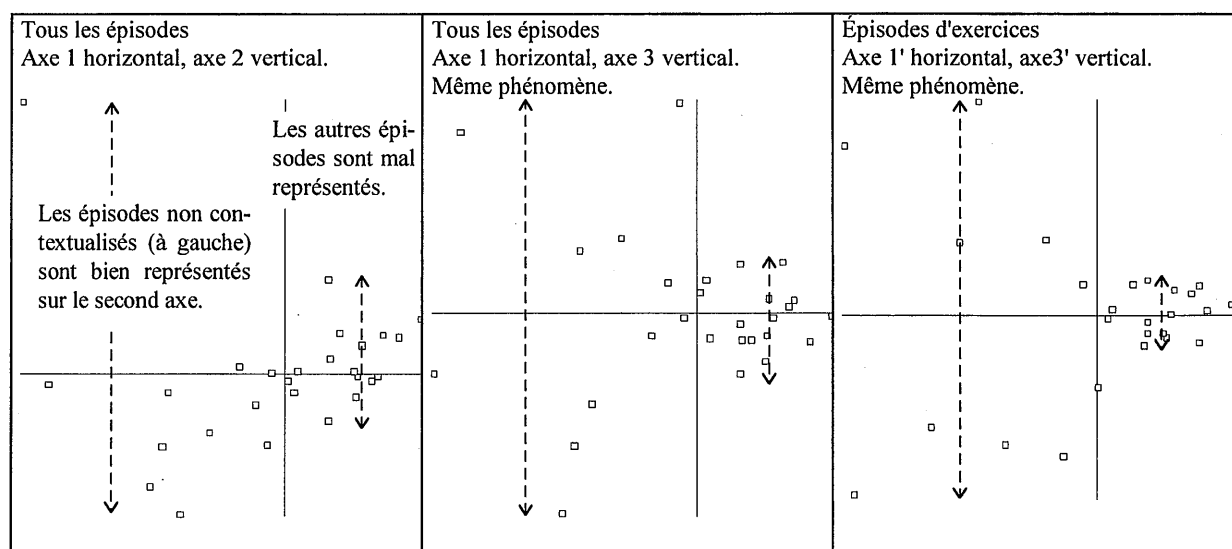
- Le premier axe met nettement de côté les échanges d'information contextualisés, de l'autre on retrouve les discours décontextualisés (ou sur le lien) de teneur et de fonction quelconque (y compris information et question).

Il est intéressant de noter que ces discours non contextualisés sont minoritaires (il n'y en a que 6 : B3, B4, R1, b4, b7 et M5) et que ce sont quasiment les seuls à être bien représentés sur les axes 2, 3 et 3' (voir Schéma 35).

¹⁹⁸ Voir compte rendu sur l'ensemble des séances vecteur page 176 à 182.

¹⁹⁹ Je note 3' le troisième axe de la seconde analyse (regroupant tous les épisodes d'exercices).

Schéma 35 (Séances fonctions, étude du discours, nuage des épisodes).



On a donc deux groupes d'épisodes (séparés par le premier axe): des épisodes en grand nombre dont les discours sont proches (aussi bien dans une séance que d'une séance à l'autre) et quelques épisodes dont le discours a quelques traits originaux qui sont précisés par les axes 2 et 3.

- Le second axe oppose deux types de discours d'argumentation-structuration l'un est décontextualisé l'autre est contextualisé ou sur le lien.
- Le troisième axe est différent sur les deux analyses (avec ou sans les épisodes de cours) et, par ailleurs, il regroupe les deux épisodes de cours dans la première analyse. On peut donc dire que ce facteur est influencé par le caractère "cours" du discours.

Dans la première analyse il rassemble les "épisodes de cours"²⁰⁰ autour des discours d'information décontextualisés (portant un peu sur le lien) comportant peu de question (autres teneurs indifféremment présentes). A l'opposé on trouve des discours portant sur le lien ou les mathématiques contextualisées, de teneur variable et d'argumentation-structuration.

Dans la seconde analyse le troisième axe se réorganise selon des critères différents. Seuls les discours non contextualisés, en langue mathématique (avec une part de question moyenne) sont représentés, cet axe oppose les discours ayant ces caractéristiques et présentant une argumentation ou une structuration et ceux présentant des informations.

Les quatre séances présentent donc des structures relativement proches : elles sont séparées en deux blocs par le premier axe de l'analyse.

²⁰⁰ Ce sont plutôt les épisodes dont le discours a des caractéristiques communes avec le discours des épisodes de cours. On trouve, outre les épisodes de cours (R2 et M5), les épisodes R1 et B4.

Les quatre séances présentent une majorité d'épisodes d'échanges d'information contextualisés et quelques épisodes non contextualisés (et quelques épisodes mal représentés sur les trois axes). Les nuances vont se faire sur les caractéristiques des épisodes non contextualisés :

- M5 l'épisode de la séance M classé a priori comme cours a un discours décontextualisé ou sur le lien (axe 1). La séance M n'est bien représentée que sur le premier axe.
- Les épisodes R1 et R2 (R2 est un épisode classé a priori comme cours) ont des discours décontextualisés (axe 1 et 3), ils comportent peu de questions (axe 3), R1 est un discours d'information en langue mathématique (axe 3').
- L'épisode B3 est un discours d'argumentation-structuration décontextualisé en langue mathématique (axes 1, 2 et 3') et B4 est un discours non contextualisé d'information (axe 1, 3 et 3')
- La séance b présente un plus grand nombre d'épisodes non contextualisés que les autres. L'épisode b2 est un épisode d'échange d'information contextualisé (axe 1), les épisodes b3 et b9 sont aussi contextualisés mais la fonction dominante est l'argumentation - structuration (axe 3 et 3'), les autres épisodes (sauf b1 qui est mal représenté sur tous les axes) sont plus marqués par une décontextualisation du discours : les épisodes b4, b5 et b7 portent sur le lien et ont une fonction d'argumentation réflexion (axes 1, 2, 3 et 3') et les épisodes b6 et b8 sont des épisodes décontextualisés ou sur le lien, comportant peu de questions (axe 3).

(iii) Croisement des deux études.

Même si les chronologies des tâches des séances sont proches, on a vu que ces séances étaient bien distinctes du point de vue tâche - activité. Les discours proposés par les professeurs sont proches, essentiellement contextualisés.

La séance M est une séance d'introduction aux fonctions à partir d'un point de vue graphique, l'avant dernier épisode est un épisode de cours (a priori et a posteriori), le dernier épisode (post - cours donc) n'est plus graphique : il est "numérico - algébrique" (voir par exemple Schéma 34 page 171). Ce changement lors du sixième épisode ne se retrouve pas dans le discours.

La séance R est une séance d'introduction aux fonctions à partir d'un point de vue numérico-algébrique. La structure du discours peut paraître surprenante pour une séance d'introduction puisque le discours décontextualisé et le cours se retrouvent en début de séance (R1 et R2). De même pour le fait que R1 a les propriétés d'un épisode "de fin" (voir le

bilan page 171). Ces phénomènes peuvent s'expliquer par le fait que, lors de cette séance, le professeur commence par présenter quelques notions dont il va avoir besoin lors de l'activité qui va suivre (algorithmique) mais qui ne sont pas l'objet de la séance (ni du cours de mathématiques). Les autres épisodes ont un discours contextualisé plus en accord avec le caractère introductif de la séance. Le caractère original de la tâche de R6 (plus géométrique) ne se retrouve pas dans son discours.

La séance B est une séance de résolution de problème "classique" (plutôt avec un point de vue "numérico-algébrique"). On retrouve (voir compte rendu de la séance correspondante) le caractère "bilan" de l'épisode B3 (suite des épisodes B1 et B2) et le caractère "réflexion" de B4.

La séance b (résolution "classique" de problème, sans point de vue marqué²⁰¹) a un discours plus varié et globalement moins contextualisé.

(iv) Bilan.

Il semble donc ici que le discours soit indépendant de la tâche : les séances sont différenciées par la tâche mais les discours se ressemblent, des épisodes ayant des tâches proches peuvent présenter des discours différents.

²⁰¹ Au moins par rapport aux autres séances et dans l'analyse de tâches et activités.

b) SÉANCES SUR LES VECTEURS.

Il y a quatre séances portant sur les vecteurs, on retrouve dans ces séances 40 épisodes dont 8 ont été classés comme cours : les épisodes M6²⁰², M9, M10, b6, b9, B5, B6 et R12.

On pourra se référer aux comptes rendus des analyses des séances portant sur les vecteurs (page 104 pour la séance b, page 114 pour la séance B, page 120 pour la séance M, page 128 pour la séance R).

(i) Étude de l'analyse de tâche activité.

Une analyse de tâche (ACM) a été nécessaire ici, trois facteurs sont étudiés.

Représentativité des facteurs étudiés.

Inertie cumulée des facteurs retenus : 27% (% de l'inertie totale).

Paramètres mal représentés par ces facteurs : 16% (% des paramètres non constants).

Épisodes mal représentés par ces facteurs : 8/32.

Hétérogénéité des épisodes et paramètres constants.

Quatre paramètres sont constants sur les 32 épisodes classés comme exercice : le cadre principal est toujours géométrique, il n'y a ni changement de point de vue ni habillage, et les quatre séances ont lieu au premier trimestre.

Interprétation du premier facteur.

Le premier facteur permet de distinguer des épisodes conçus comme préliminaires (révision, réactualisation...) d'épisodes déjà tournés vers les notions à introduire : activité introductive ou épisode post-cours²⁰³.

On le verra²⁰⁴, les séances b et M sont essentiellement préliminaires et la séance B est plus introductive, la séance R est mixte (d'abord préliminaire, introductive ensuite, les derniers épisodes sont mal représentés).

²⁰² Dans toutes les études comparant les séances portant sur une notion donnée (ici les vecteurs), je note b1, b2, b3... les épisodes de la séance b (séance du professeur b1 sur la notion), B1, B2, B3... les épisodes de la séance B (séance du professeur b2 sur la notion), M1, M2, M3... les épisodes de la séance M (séance du professeur M sur la notion), R1, R2, R3... Les épisodes de la séance R (séance du professeur R sur la notion).

²⁰³ Tous les épisodes observés sont avant le cours, mais, on l'a déjà vu dans l'étude des séances, certains épisodes jouent le rôle de cours, d'autres semblent s'appuyer sur un cours... Il n'est donc pas surprenant de parler ici d'épisodes post-cours.

²⁰⁴ Voir par exemple le Schéma 36 et ses commentaires.

Les épisodes "préliminaires" traitent principalement de la somme de vecteur, de parallélogramme et de translation alors que les autres épisodes abordent la différence de vecteurs et la multiplication externe.

La conceptualisation, la décontextualisation est moins forte dans les épisodes "préliminaires". Le cadre et le registre sont fixés, les justifications données (les raisonnements utilisent des théorèmes, des propriétés, des constructions), l'exercice reste contextualisé. Il n'y a pas de conjecture à faire, pas de mise en relation, pas d'analogie, pas d'adaptation, de transformation à apporter. La situation et les questions ne sont pas nouvelles. Le professeur cherche à faire réviser et non à introduire, il veut faire travailler des techniques. Il fait des mises en garde. Les échanges semblent plus fournis dans les épisodes préliminaires (justifications dialoguées, le professeur parle plus et les élèves énoncent plus que des résultats).

Les épisodes "introductifs" abordent donc des notions nouvelles, à travers des situations inédites, les questions sont plus ouvertes (initiative...). Le raisonnement est de type analyse - synthèse, et l'outil heuristique principal, l'analogie. Des connaissances anciennes doivent être disponibles. Le professeur veut faire travailler des méthodes ou des connaissances. Il parle peu, mais c'est lui qui donne les justifications (il y en a peu), les élèves parlent moins eux aussi.

Interprétation du second facteur.

Le second facteur distingue quelques épisodes (b1, M1, R1, R2, R3) parmi tous les autres (mal représentés sur ce facteur). Ces quelques épisodes semblent être des exercices relativement libres, de réflexion.

Ce sont des épisodes de début de séance. Ils portent indifféremment sur toutes les notions abordées ici dans les séances sur les vecteurs sauf la multiplication externe²⁰⁵. Le registre en jeu est la langue courante, les notions sont abordées comme répondant à un problème. La recherche se fait avec la classe, l'exercice n'est pas répété (contrairement aux autres épisodes). Les questions sont ouvertes, le cadre est libre, il n'y a pas réellement de raisonnement à apporter mais plutôt des exemples et des contre-exemples (mise en relation, analogie...), de même, pas réellement d'outil à utiliser, et pas de production autre que la réflexion.

²⁰⁵ Cette notion est la seule que les élèves ne connaissent pas a priori (et donc sur laquelle ils ne peuvent pas réfléchir, surtout en début de séance).

La situation proposée n'est pas nouvelle. Le professeur veut faire réviser, réactualiser les connaissances. Il ne triche pas, les élèves expriment plus que des résultats.

Interprétation du troisième facteur.

Le troisième facteur oppose deux types d'épisodes (grossièrement la séance b à la séance M, voir Schéma 36 page 179).

Les premiers épisodes sont, contrairement aux seconds, préparés à la maison, il n'y a pas de recherche pendant la classe, ils sont relativement courts et plutôt en début de séance, les exercices sont répétitifs. Les notions sont vues comme réponse à un problème (*RAP*), la liberté (méthode, outil, cadre) est assez grande, le but du professeur et la seule production attendue est une réflexion, le professeur fait des mises en garde. Le professeur parle beaucoup et ne reprend que peu les idées des élèves. Le raisonnement est contextualisé, il faut utiliser des théorèmes du cours (par ailleurs les connaissances utilisées doivent être disponibles).

De plus, les seconds épisodes présentent les notions comme unificatrices (*FUG*), les connaissances doivent être techniques, le professeur passe plus dans les rangs, il parle moins, reprend les interventions des élèves, il y a une recherche en classe. Il s'agit de construction, plusieurs registres sont en présence.

Bilan.

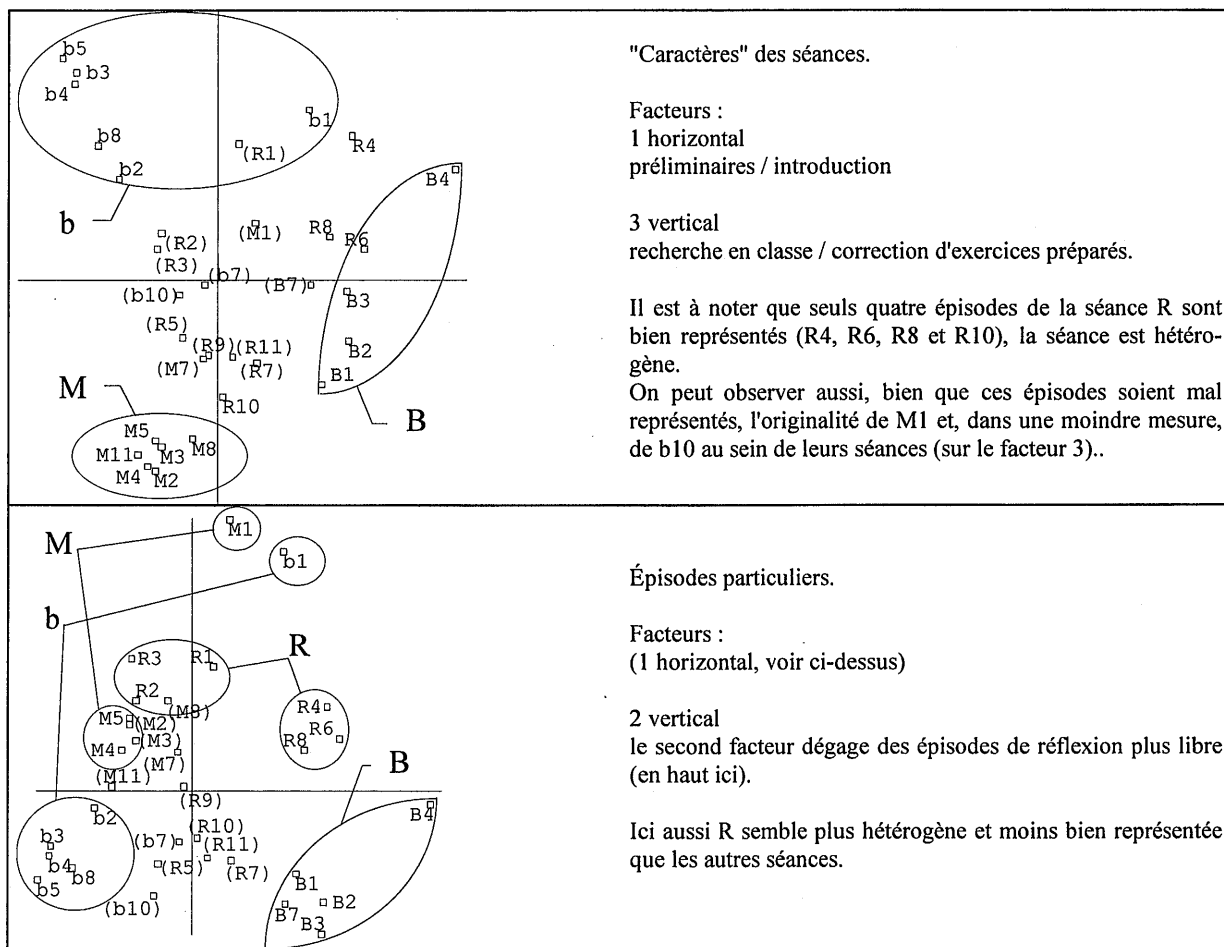
Ces trois axes permettent de décrire les quatre séances (voir Schéma 36 page 179).

Les séances b et M se ressemblent : relativement homogènes, elles sont toutes deux introduites par un épisode de réflexion plus libre. Ce sont des séances préliminaires. Cependant M présente les caractéristiques d'une séance de recherche en classe alors que b est plus une séance de correction (facteur 3).

La séance B est une séance introductive, il n'y a pas d'épisode séparé (facteur 2), elle semble évoluer d'épisodes de construction vers des épisodes de réflexion (facteur 3).

La séance R est variée. Le début de la séance est préliminaire et le milieu de séance est introductif. Tous les épisodes représentés semblent être des épisodes de réflexion (plus marqué pour le début de séance) plutôt théorique. La fin de la séance est mal représentée sur les trois facteurs (mais penche plutôt de l'autre côté : épisodes de construction avec moins de réflexion).

Schéma 36 (Séances vecteur, étude de la tâche, nuage des épisodes, tous les épisodes d'exercice).



(ii) Étude de l'analyse de discours.

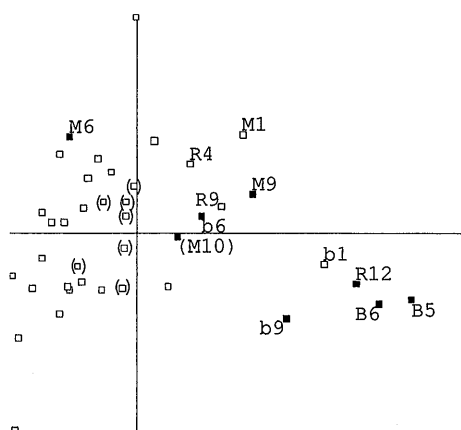
Deux analyses ont servi ici : l'une avec les épisodes de cours, l'autre sans. Toutes deux ont été étudiées sur 3 axes, elles regroupent ainsi respectivement 37% et 34% de l'inertie du nuage. Les structures sont proches (tant du point de vue des épisodes que du point de vue des paramètres).

Les axes sont organisés ainsi :

- Le premier axe oppose nettement le discours contextualisé et le discours décontextualisé.
- Le deuxième axe oppose discours indirect sur le lien d'un côté au discours direct contextualisé ou décontextualisé de l'autre. Mais les discours décontextualisés sont mal représentés sur cet axe.
- Le troisième axe oppose un discours d'information comportant beaucoup de questions à un discours (direct ou indirect, mais peu marqué par la présence de questions), plutôt argumentatif. Les discours décontextualisés sont mal représentés sur cet axe.

Le premier axe oppose 6 des épisodes de cours et les épisodes b1, M1, R4 et R9²⁰⁶ aux autres épisodes, ces épisodes sont donc essentiellement caractérisés par leur discours décontextualisé. L'épisode M6, par contre, est un épisode de cours dont le discours semble plus contextualisé que les autres²⁰⁷.

Schéma 37 (Séances vecteur, étude du discours, nuage des épisodes, tous les épisodes).



Discours de cours / discours d'exercice.

Facteurs :

1 horizontal (contextualisé / décontextualisé)

2 vertical (voir Schéma 38 page 180).

Légende :

■ : épisode classé a priori comme cours.

□ : épisode classé a priori comme exercice.

Il est précisé, à droite, les épisodes bien représentés par le premier facteur (discours décontextualisé) et, à gauche, l'épisode de cours qui n'a pas un tel discours.

Les axes 2 et 3 représentent mal les discours décontextualisés, il n'est donc pas étonnant de voir que les épisodes présentant un discours de type "cours" (voir schéma ci-dessus) sont mal représentés. Les épisodes d'exercice se regroupent plus ou moins nettement par séance (voir Schéma 38 page 181).

Je précise.

La séance B est homogène sur ce plan factoriel : on observe un discours contextualisé, en langue mathématique, plutôt de type argumentation - réflexion, comportant relativement peu de questions. Les deux épisodes de cours (B5 et B6, mal représentés ici) sont plus informatifs et contiennent plus de questions.

La séance b est plutôt mal représentée, elle est dominée par un discours d'information comportant des questions. L'épisode b4, nettement distinct, présente un discours en langue courante sur le lien. L'épisode de cours n'a pas un discours original sur ce plan factoriel.

La séance M est mieux représentée que la séance b mais présente le même type de discours, l'épisode M1 jouant le rôle de b4 (de façon moins marquée). Les épisodes de

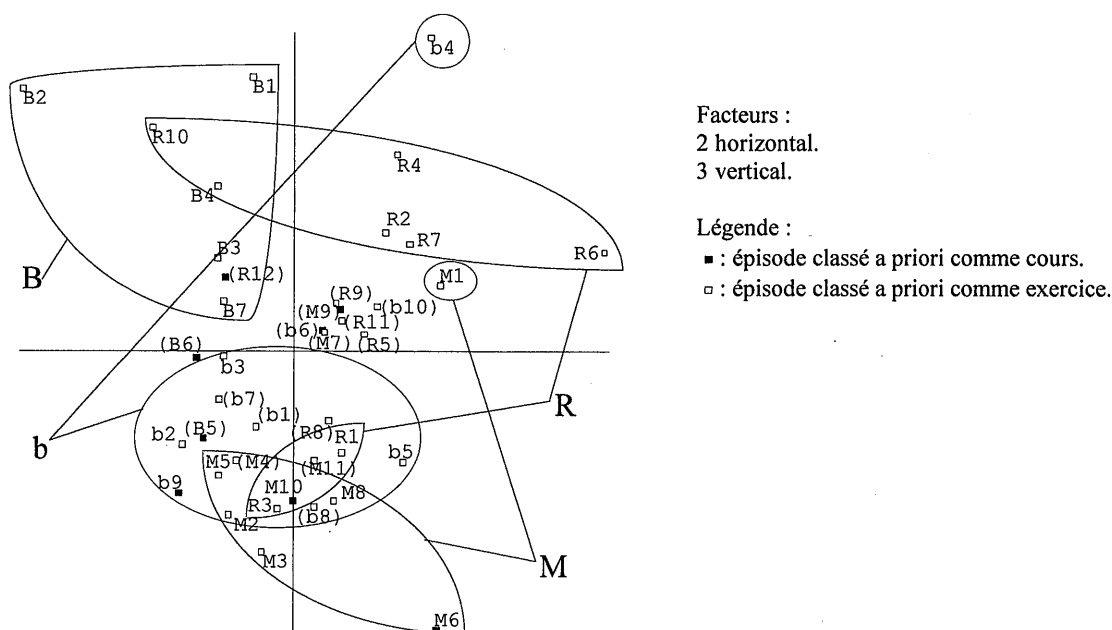
²⁰⁶ L'épisode b1 a déjà été remarqué dans l'analyse de la séance comme étant proche d'un épisode de cours, de même M1 est marqué par un discours décontextualisé en langue courante. Les épisodes R4 et R9 ont un discours proche et proche du discours de R12 (épisode de cours) dans la séance R.

²⁰⁷ L'existence de deux types de discours de cours avait été vue dans l'analyse de la séance, en fait M6 est caractérisé essentiellement par son discours sur le lien.

cours sont de deux types : l'épisode M9 ne présente pas de caractéristiques particulières par rapport à la séance sur ce plan factoriel, mais l'épisode M6 se détache²⁰⁸.

La séance R est plus hétérogène. R10 a un discours de "type B" (réflexion - argumentation, discours direct présentant peu de questions, contextualisé). R2, R4, R6 et R7 sont centrés sur le lien, le professeur s'exprime en langue courante (comme pour les épisodes b4 et M1). Les épisodes R1 et R3 (R8 est proche mais est mal représenté) ont un discours de "type M ou b" (plutôt informatif, comportant des questions).

Schéma 38 (Séances vecteur, étude du discours, nuage des épisodes, tous les épisodes).



(iii) Croisement des deux études.

(1) L'opposition cours/exercice (spécifiée a priori) ne se retrouve pas directement dans le discours. On l'avait constaté dans les comptes rendus de séances, certains épisodes d'exercice servent aux professeurs à présenter des notions décontextualisées, on le retrouve ici (épisodes R4, R9, b1 et M1).

(2) Il est intéressant de constater que les deux séances M et b ont des tâches et des discours très proches. Pour nuancer légèrement cette proximité on peut s'attarder sur les épisodes M1, b1 et b4. L'épisode b4 correspond à une tâche "normale"²⁰⁹ mais a un discours

²⁰⁸ Voir le compte rendu de la séance (page 125) : le discours de M6 est axé sur le lien, il comporte plus de questions, il est partagé entre réflexion et information.

²⁰⁹ Pour la séance b.

exceptionnel²¹⁰. Les épisodes b1 et M1 sont originaux quant à leur tâche, mais b1 (bien que mal représenté) a un discours proche de ceux de sa séance alors que M1 a un discours original (proche de celui de b4).

(3) La séance R peut être comparée, de par son discours, aux séances M et b : elle a, elle aussi, deux composantes : l'une proche de b4 et M1 (R2, R4, R6 et R7) l'autre proche du reste des séances M et b (R1, R3 et R8 qui est mal représenté), mais l'épisode R10 n'a pas son équivalent dans les séances b et M. Le découpage des discours de la séance R ne semble pas s'expliquer par les tâches en présence.

(iv) Bilan.

On observe ici une relative correspondance entre type de discours et type de tâche. Deux séances (M et b) ayant des tâches proches ont des discours proches, une séance (B) ayant des tâches homogènes et originales (par rapport aux autres séances) a un discours homogène et original, une séance (R) aux tâches hétérogènes a des discours variés.

Les correspondances se font selon les modalités suivantes²¹¹ :

Cours	↔	décontextualisé
Tâche préliminaire	↔	Échange d'information
Tâche introductive	↔	argumentation - réflexion, contextualisé, langue mathématique

²¹⁰ On trouve dans le compte rendu de la séance b une explication possible : les épisodes 2, 3, 4 et 5 ont une tâche très proche, le professeur profite de 3 premiers épisodes pour dégager les notions décontextualisées nécessaires, les épisodes 4 et 5 sont alors dans les faits d'une autre nature : plus centrés sur l'exercice, avec moins de questions. On peut observer ici que l'épisode 5 se détache aussi (sur le second facteur du reste de la séance).

²¹¹ Avec toutes les précautions d'usage.

III 3- Étude regroupant les données des huit séances.

Aucune analyse regroupant toutes les séances n'a été faite. Comme je le soulignais dans le paragraphe "Petit pas de côté." page 134, les codages ont pris beaucoup de temps, notamment ici les codages du discours. Ces codages ont été fait en deux temps : une première phase, correspondant aussi à l'élaboration et à la mise place du codage, autour des séances portant sur les vecteurs, a duré six mois et a donné lieu à un premier travail d'interprétation et de bilan, et une seconde phase correspondant au codage du discours des séances sur les fonctions et au codage de la tâche a duré quatre mois. Même si les premiers codages ont été ré-effectués et testés (comparaison des influences des épisodes codés deux fois dans les analyses factorielles selon le codage considéré), l'ensemble s'étalant sur près d'un an, j'ai préféré me contenter des comparaisons des conclusions des comptes rendus et donc ne pas effectuer d'analyse regroupant les huit séances.

Par ailleurs les analyses factorielles regroupant un grand nombre d'épisodes, comme on commence à le voir dans les comptes rendus concernant les quatre séances sur une notion, ne structurent les épisodes que par rapport à de grandes oppositions dont il est difficile de se dégager (opposition cours / exercice, contextualisé / décontextualisé, vecteur / fonction...etc.). A moins justement de restreindre notablement le nombre d'épisodes (en étudiant d'un côté les épisodes de "cours"²¹² et de l'autre les épisodes d'"exercice", d'un côté les épisodes "portant sur les vecteurs" et de l'autre les épisodes "portant sur les fonctions"...).

IV Conclusion.

Les comptes rendus permettent un point de vue prenant en compte simultanément de nombreux paramètres qu'ils organisent et structurent de façon systématique. Ces comptes rendus mettent en place une problématique riche sur chaque séance ou groupe de séances, ils permettent de répondre à certaines questions.

Le codage, nécessaire on l'a vu, peut apparaître comme un frein mais quelques simplifications seront proposées dans le chapitre suivant (regroupement des paramètres en cinq "indices").

Ce chapitre a été essentiellement centré sur la description ou la comparaison d'épisodes ou de séances. Dans le chapitre suivant je vais me pencher un peu plus sur les paramètres de description mis en place, afin de dégager certains liens entre eux, je reviendrai

²¹² Ou épisodes se comportant comme un épisode de cours, d'exercice... etc.

ensuite aux séances et surtout aux professeurs afin d'apporter des éléments de réponse aux questionnement dégagés dans le premier chapitre.

CHAPITRE D

**VARIATIONS, ÉCHANGES, UNIVERS :
REVUE TRANSVERSALE.**

Plan du chapitre :

Introduction.....	187
<i>I Les groupes de paramètres, définitions.....</i>	<i>189</i>
I1 Potentiel d'ouverture didactique au travers de la tâche prévue (T-var).....	190
I2 Transformation du potentiel d'ouverture didactique au travers de l'activité des élèves (Acti).....	190
I3 Trace du potentiel d'ouverture didactique dans le discours du professeur.....	190
I4 Traces d'échanges dans l'analyse des tâches et activités.....	190
I5 Traces d'échanges dans le discours du professeur.....	191
<i>II Organisation des épisodes. Différents univers plus fréquemment rencontrés.....</i>	<i>191</i>
II1 Questions - réponses, une grande complexité.....	191
II2 Quelques remarques transversales.....	192
II3 Variété des univers rencontrés dans les séances observées.....	193
II4 Au delà de ce constat de variété, quelles régularités ?	198

Les comptes rendus présentés dans le chapitre précédant donnent une description de chaque épisode grâce à un certain nombre de paramètres ayant, au moins au vu des analyses factorielles réalisées, une importance significative pour cet épisode dans la séance ou le groupe de séances étudiées. Ces paramètres (au fil du texte ci-dessus : niveau de conceptualisation, notion abordée, registre, production demandée, raisonnement nécessaire...) correspondent aux paramètres retenus pour décrire les tâches, les activités et le discours de l'enseignant dans un épisode.

On a ainsi pour un épisode (épisode 1 au sein de la séance sur les vecteurs du professeur b²¹³) :

L'épisode 1 est caractérisé par un niveau de conceptualisation plus élevé, on y parle de vecteurs plus que de somme de vecteurs, le registre est la langue courante, le but est "juste" de réfléchir, il n'y a pas de raisonnement, les justifications ne sont pas données (ou alors par le professeur), les mathématiques sont décontextualisées. C'est un épisode qui n'est pas préparé à la maison, c'est un exercice isolé, qui n'est pas répété. La question est ouverte et globalement c'est un exercice qui demande plus d'initiative de la part des élèves (la question est nouvelle, il faut reconnaître, conjecturer, mettre en relation).

Ces comptes rendus apportent des informations sur les déroulements des séances, mais permettent difficilement d'avoir un point de vue transversal sur l'ensemble des paramètres. Ils permettent d'obtenir des comparaisons entre épisodes, ou entre séances, ou entre professeurs, mais ils ne donnent pas accès directement, par exemple, aux paramètres qui sont les plus souvent déterminants²¹⁴, ils ne laissent pas non plus apparaître les regroupements de paramètres les plus fréquents. Par exemple, on ne sait pas immédiatement si, sur un ensemble d'épisodes, la durée de l'épisode est en relation avec le fait que la justification est ou non abordée, et par qui.

Mon but est donc de donner ici un point de vue transversal concernant les paramètres en essayant d'aborder les questions développées de façon préliminaire. Il s'agissait d'étudier la variété des pratiques des professeurs en classe, en se limitant à la part des pratiques que l'on appréhende à l'aide des outils de la didactique des mathématiques (part nommée *univers mathématique de la classe* dans ce travail²¹⁵). Il s'agissait aussi par la suite d'essayer de voir ce dont dépendait cet univers (du professeur, de la notion enseignée, de la classe par exemple).

²¹³ Voir page 106.

²¹⁴ Statistiquement significatifs.

²¹⁵ Voir "Définition des univers et questionnements associés" page 21.

En fait, initialement un épisode est décrit par 89 paramètres (62 pour décrire les tâches et activités, et 27 pour décrire les discours de l'enseignant). Les analyses factorielles ont révélé que ces paramètres n'interviennent pas tous aussi fréquemment de manière significative et que, de plus, il existe des regroupements récurrents entre les paramètres qui contribuent à donner du sens aux axes. Ces paramètres significatifs ont été dégagés dans chaque analyse et décrits dans chaque compte rendu, des regroupements ont été faits pour en permettre une présentation lisible et une interprétation. Ces regroupements ne sont effectivement pas toujours différents les uns des autres²¹⁶.

Je me propose ici de reprendre les comptes rendus des différentes analyses des épisodes, en me centrant uniquement sur les paramètres. Cela servira à dégager ceux qui sont le plus fréquemment évoqués ensembles dans nos interprétations, me conduisant à élaborer des groupes de paramètres. On trouvera, par exemple, un groupe de paramètres concernant les possibilités d'interventions orales des élèves ; dans ce groupe figurent les paramètres suivants (paramètres décrits dans le chapitre B²¹⁷) :

- les élèves expriment-ils des idées ou seulement des résultats ,
- interviennent-ils spontanément,
- leurs idées sont-elles alors reprises par le professeur,
- La correction est-elle magistrale ou non,
- le professeur parle-t-il beaucoup ou peu dans l'épisode, relativement aux autres épisodes.

Je vais attribuer ensuite à chaque groupe de paramètres une "valeur" pour chaque épisode. Pour le groupe précédent, par exemple, j'ai distingué quatre valeurs. Si pour l'épisode considéré les paramètres en questions ne sont pas concordants ou s'ils sont en trop grande partie non représentatifs dans l'analyse considérée, je donne alors au groupe la valeur *absence de donnée* (notée "?"). Dans le cas contraire, les analyses permettent de décider si les échanges avec les élèves sont favorisés, valorisés (valeur "+"), non spécialement présents (valeur "0"), ou non souhaités, défavorisés (valeur "-"²¹⁸).

Cette valeur ("?", "+", "-", ou "0") est donnée au groupe de paramètres après la relecture du compte rendu de la séance, et la prise en compte des données liées à l'épisode

²¹⁶ Ceci peut bien sûr être lié au désir d'interprétation du chercheur qui traque des régularités, ou au caractère répétitif de ces travaux de description - organisation. Mais cela correspond aussi à une certaine réalité dans les données.

²¹⁷ Voir "Étude des tâches / activités." page 60.

²¹⁸ Les connotations sous-jacentes aux notations ne sont relatives, elles ne peuvent être comprises autrement que compte tenu des hypothèses de ce travail (voir le chapitre A)

en question. Chaque groupe de paramètres s'est ainsi vu attribuer, a priori, quatre valeurs possibles de ce type.

Enfin, pour décrire l'univers d'un épisode (reconstitution de caractéristiques des pratiques pertinentes d'un point de vue didactique²¹⁹), je m'appuierai essentiellement sur les valeurs de tous ces groupes de paramètres (appelés aussi *indices* par la suite).

En premier lieu, je vais préciser le contenu de ces groupes de paramètres.

I Les groupes de paramètres, définitions.

Au moins cinq grands groupes de paramètres, ou *indices*, me semblent se dégager à la lecture des différentes analyses. Je vais tous les citer avant d'en préciser la composition.

Trois d'entre eux représentent différentes facettes du potentiel d'ouverture didactique²²⁰ (les deux premiers sont constitués de paramètres décrivant les tâches et activités, le troisième est issu de l'analyse du discours du professeur²²¹).

- Le premier donne une description de ce potentiel en ce qui concerne la tâche envisagée par le professeur pour les élèves. Je l'appellerai T-var.
- Le second (Acti) donne des éléments quant à la possibilité pour les élèves de profiter pleinement de ce potentiel (dévolution), et quant à la possibilité d'adéquation entre tâche prescrite et activité.
- Enfin, le troisième (D-var) précise l'apport spécifique du discours de l'enseignant sur ce potentiel pendant la séance.

Deux autres portent sur les échanges et leur gestion.

- L'un concerne la possibilité et la capacité des élèves à s'exprimer, à échanger leurs idées avec le professeur, ou entre eux (T-ech).
- Et enfin l'autre montre ce sur quoi portent les échanges, ceci étant vu, je le rappelle, au travers du discours du professeur (D-ech).

Je vais préciser maintenant les contenus de ces groupes.

²¹⁹ Voir "Définition des univers et questionnements associés" page 21.

²²⁰ Voir "Hypothèses sur l'apprentissage des élèves retenues dans ce travail et liées aux pratiques du professeur." page 19. Il s'agit du déploiement didactique de la notion proposé aux élèves.

²²¹ La séparation entre les paramètres décrivant le discours du professeur et le reste des paramètres (tâches et activités) ne peut pas être évitée, elle correspond à la séparation des deux analyses effectuées et pas nécessairement à une séparation réelle des paramètres correspondants. L'étude qui va suivre permettra d'étudier les liens entre ces paramètres distingués a priori.

I 1- Potentiel d'ouverture didactique au travers de la tâche prévue (T-var).

Dans les analyses décrites ci-dessus, les paramètres concernant le degré d'initiative laissé aux élèves dans la tâche prescrite (méthode, outil, registre, cadre) sont souvent convergents. Ils sont liés, de même, aux paramètres concernant l'ouverture des questions (y a-t-il quelque chose à reconnaître, à conjecturer, à interpréter). Ce sont ces paramètres qui permettent de mesurer le potentiel d'ouverture didactique a priori c'est à dire tel qu'il apparaît dans la tâche prévue.

I 2- Transformation du potentiel d'ouverture didactique au travers de l'activité des élèves (Acti).

Plusieurs paramètres descriptifs des tâches et activités des épisodes ont trait à l'activité de l'élève ou plutôt à la possibilité de travail effectif de l'élève : y a-t-il dévolution ? Y a-t-il un temps de recherche ? Est-il réellement possible que l'activité de l'élève soit proche de celle que l'on pourrait attendre au vu de la tâche prescrite ? On peut repérer parmi ces paramètres ceux ayant trait au type de travail effectué (travail individuel ou avec la classe, temps de recherche, travail préparé ou non, type de correction), aux exigences du professeur (existence de justification, et, quand il y a justification, vient-elle du professeur, d'un élève ? Sont-elles issues d'une discussion ? Le professeur a-t-il des exigences particulières ?), à sa gestion de l'activité des élèves (fermetures, "triche").

I 3- Trace du potentiel d'ouverture didactique dans le discours du professeur.

Dans les analyses de discours, certaines combinaisons de valeurs des paramètres apparaissent régulièrement ou semblent proches. Le fait que l'objet du discours soit successivement contextualisé et décontextualisé ou qu'il porte sur le lien entre les deux, le fait que la fonction du discours ne soit pas simplement informative (mais donc ait trait à la structuration, la réflexion ou l'argumentation), et le fait qu'il y ait des échanges (ou même simplement des questions) ne portant pas seulement sur l'information, ne sont pas indépendants. Ils traduisent l'apport spécifique du professeur sur l'exercice, la façon dont le professeur enrichit l'exercice (à travers son discours pendant la séance) et constituent le troisième groupe de paramètres.

I 4- Traces d'échanges dans l'analyse des tâches et activités.

Plusieurs paramètres de l'analyse des tâches et activités concernent les interventions consistantes des élèves pendant l'épisode : existent-elles ? Quelles formes prennent-

elles (spontanées, provoquées, sollicitées) ? Comment sont-elles reprises par le professeur ? Ces paramètres sont en général assez concordants pour permettre d'évaluer ces traces d'échanges. Ils forment le quatrième indice.

I 5- Traces d'échanges dans le discours du professeur.

Dans le discours du professeur, on repère, le cas échéant, ce sur quoi portent les échanges. Le professeur sollicite-t-il ses élèves sur autre chose que de l'information contextualisée pendant un exercice ou décontextualisée pendant le cours ? Les valeurs des paramètres permettent d'évaluer la correspondance entre le discours général du professeur et les questions qu'il pose aux élèves. Les deux derniers groupes de paramètres, bien qu'ils apparaissent dans deux analyses différentes (tâches - activités et discours) sont en général concordants.

II Organisation des épisodes. Différents univers plus fréquemment rencontrés.

Je vais ici considérer chaque épisode comme décrit par les cinq groupes de paramètres ci-dessus (voir annexe 7). Mon but est de caractériser ainsi les univers rencontrés.

II 1- Questions - réponses, une grande complexité.

a) AUTANT D'ÉPISODES QUE D'UNIVERS ?

Tout est question d'échelle. Si on regarde les descriptions des épisodes obtenues à l'aide des cinq indices on observe une grande hétérogénéité (sur 50 épisodes décrits, on obtient 42 descriptions différentes). Par ailleurs, les épisodes ayant la même description sont souvent issus d'une même séance ou des deux séances d'un même professeur. On pourrait donc conclure que ce mode de description n'est pas efficace, trop précis il ne permet que peu de comparaison. Je vais montrer par la suite²²² que des rapprochements sont possibles. Il faut cependant retenir l'idée d'une grande hétérogénéité des épisodes dans leur ensemble.

b) CHAQUE PROFESSEUR A-T-IL UNE PALETTE D'UNIVERS QUI LUI EST PROPRE ?

Une fois les rapprochements des descriptions effectués, l'hétérogénéité des épisodes s'organise. On ne peut pas dire que chaque professeur a ses propres univers (puisque la majorité des univers apparaissent chez deux ou trois des quatre professeurs) bien que certains univers n'apparaissent que chez un seul professeur.

²²² voir "Quelques remarques transversales." page 192.

Cependant l'organisation de ces univers au cours des séances semble propre à chaque professeur, la diversité des univers proposés est très variable d'un professeur à l'autre.

c) LES UNIVERS DÉPENDENT-ILS DE LA NOTION ENSEIGNÉE ?

L'existence de certains des univers semble dépendre au moins en partie de la notion enseignée : la partie du potentiel d'ouverture didactique concernant la tâche prévue (T-var) semble plus difficilement riche dans les épisodes des séances portant sur les vecteurs que dans les épisodes des séances portant sur les fonctions, notamment en ce qui concerne le début de la séance.

Mais il faut souligner que ce commentaire ne s'appuie que sur quatre séances portant sur les fonctions et quatre séances portant sur les vecteurs.

d) PRATIQUES DES PROFESSEURS EN CLASSE, UNE DESCRIPTION IMPOSSIBLE ?

Ces premières considérations sommaires nécessitent un commentaire. On retrouve là les difficultés pressenties dans le développement de la problématique. Les pratiques d'un professeur en classe sont des objets très complexes et très variables : il est nécessaire pour les étudier de prendre en compte simultanément de nombreux points de vue et paramètres. Elles permettent de comprendre la difficulté de formation et d'évaluation du métier de professeur.

Les conclusions qui vont suivre sont donc à prendre dans toute leur complexité. Peut-être ne faut-il les entendre que comme les premières productions sur quelques exemples d'un outil d'observation mis en place dans ce travail ?

II 2- Quelques remarques transversales.

Ces remarques sont issues de plusieurs analyses. Une analyse statistique qualitative et des analyses de données (factorielles et implicatives). Les données étudiées sont regroupées dans l'annexe 7 : il s'agit pour chaque épisode de ses valeurs selon les cinq indices. Je vais décrire ici les résultats de ces analyses.

a) IMPORTANCE DU POTENTIEL D'OUVERTURE DIDACTIQUE DE LA TÂCHE ABORDÉE ET DES ÉCHANGES ÉLÈVES - PROFESSEUR.

J'ai mis l'accent dans le développement de ma problématique sur les hypothèses suivantes : l'apprentissage des élèves se fait d'autant mieux qu'il y a une réelle dévolution, un potentiel d'ouverture didactique riche et des échanges entre élèves et avec le profes-

seur nombreux et de qualité (remises en question, reformulation...). Les cinq indices décrits ci-dessus permettent de se faire une idée de l'adéquation entre un épisode et ces hypothèses.

Si l'on peut parler d'épisodes plus ou moins bien "réussis", ou "didactiquement corrects"²²³ on peut dire qu'il est très difficile de "rater" un épisode alors qu'au départ on dispose d'un potentiel important²²⁴ : on constate en effet que les épisodes les moins globalement²²⁵ "riches" disposent d'un potentiel d'ouverture didactique a priori²²⁶ faible (T-var). Par contre quelques épisodes sont globalement "réussis" (travail des élèves, échanges avec le professeur, apport du professeur) avec un potentiel faible (essentiellement chez le professeur R).

De même il semble y avoir équivalence entre la "réussite" globale d'un épisode et la présence d'échanges réels entre professeurs et élèves (échanges perçus au travers du discours du professeur mais aussi, dans une moindre mesure, dans les analyses de tâche et d'activité).

b) DES DÉBUTS DE SÉANCE DIFFICILES.

Toujours en se permettant de classer les épisodes selon une certaine réussite, définie par une certaine adéquation à nos hypothèses sur l'enseignement et l'apprentissage, on remarque que les épisodes de début de séance sont très fréquemment moins globalement "réussis" que ceux de fin de séance. La séance semble souvent réellement démarrer (exercice riche, dévolution et participation des élèves) après l'écoulement du premier tiers du temps.

c) APPORTS SUPPLÉMENTAIRES DU PROFESSEUR

Les analyses de données donnent une place importante à cet indice. Il est en particulier lié à la qualité du potentiel d'ouverture didactique. Le professeur n'exprimerait sa disponibilité mathématique qu'au travers d'une activité riche. Il en est de même des élèves puisque cet indice est très lié à la réussite globale des épisodes (et puisque les élèves n'ont leur place dans le débat que dans les épisodes globalement réussis).

II 3- Variété des univers rencontrés dans les séances observées.

²²³ C'est à dire conforme aux hypothèses admises et décrite juste ci-dessus, cette conformité étant vue au travers des cinq indices mis en place.

²²⁴ Deux tableaux donnent les descriptifs des épisodes selon les cinq indices dans l'annexe 7.

²²⁵ Pour les cinq indices.

²²⁶ C'est à dire un potentiel d'ouverture didactique tel qu'on peut le deviner au travers des énoncés prévus et du projet du professeur.

²²⁷ J'indique dans ces tableaux les valeurs des cinq indices rencontrés pour ce type d'univers. Les indices sont définis p. 189.

Je vais essayer de caractériser ici, tout d'abord, les différents univers rencontrés dans les huit séances observées.

Univers des *gammes*²²⁸ : il s'agit d'épisodes pendant lesquels les élèves travaillent au moins un peu (Acti²²⁹) sur une tâche peu ou pas riche (T-var), il n'y a que rarement des échanges consistant (D-éch et surtout T-éch) et le professeur n'enrichit pas la situation (D-var).

T-var	Acti	D-var	T-éch	D-éch
0/-	+/0	0/-	-	0/-

A l'opposé l'univers de *recherche consistante et variée* : il y a dévolution d'une tâche riche (T-var), le professeur ajoute quelque chose (D-var) au cours d'échanges réels avec les élèves (T-éch et D-éch).

T-var	Acti	D-var	T-éch	D-éch
0/+	0/+	0/+	0/+	0/+

On trouve aussi l'univers *débat* : les échanges sont très présents (T-éch et D-éch), la situation est riche (T-var), le travail des élèves est peu présent (Acti).

T-var	Acti	D-var	T-éch	D-éch
0/+	-/0	0	0/+	0/+

Univers *discussion* : c'est un univers proche du débat mais le potentiel d'ouverture didactique est faible (T-var).

T-var	Acti	D-var	T-éch	D-éch
-	0/-	0	+/0	+/0

Au contraire l'univers *travail riche mais silencieux* est caractérisé par un travail des élèves (Acti) sur une tâche riche (T-var) mais avec peu d'interventions orales du professeur (D-var) ou des élèves (T-éch et D-éch).

T-var	Acti	D-var	T-éch	D-éch
+	0/+	0	0/-	0/-

Enfin²³⁰, on trouve l'univers de *correction magistrale* : le professeur ajoute quelque chose (D-var) à une tâche riche (T-var), il pose des questions de fond aux élèves (D-éch), mais les élèves travaillent (Acti) et interviennent (T-éch) peu.

T-var	Acti	D-var	T-éch	D-éch
+	0	+	-	+

Bien sûr ces descriptions sont caricaturales. Il n'est pas toujours facile d'associer un univers à un épisode, quelquefois deux univers semblent proches de l'épisode, quel-

²²⁸ Au sens où un pianiste fait des gammes. Il faut souligner, pour ce premier univers comme pour les suivants, que la connotation positive ou négative des noms ou même des valeurs des indices est toute relative, elle n'est liée qu'aux critères de descriptions choisis pour ce travail.

²²⁹ Il s'agit bien sûr de ce que je retiens du travail des élèves, c'est pour rappeler ce fait que j'indique entre parenthèses l'indice auquel je fais allusion dans la phrase qui précède.

²³⁰ Il ne s'agit bien sûr que des univers repérés dans les huit séances observées.

quefois aucun. Il y a un travail d'interprétation à faire mais pour les huit séances étudiées, ces six univers semblent suffire.

Par delà les apparences, il est important de noter que ces descriptions d'univers sont issues d'analyses consistantes. Même s'il peut sembler qu'elles pourraient presque être faites quasiment à l'issue de la séance par un observateur, il s'agit des résultats d'un outil prenant en compte une certaine complexité de la séance et, à terme ici, aboutissant à des descriptions issues d'une analyse garantissant une certaine objectivité et une certaine exhaustivité.

Cette variété d'univers ne se retrouve pas indifféremment chez chaque professeur ou au fil des huit séances observées. Je vais présenter ici leur organisation au sein de chaque séance.

Le professeur b, dans ses deux séances, joue essentiellement sur deux types d'univers. Il commence ses séances par des *gammes* (travail sur des tâches peu riches, sans réels échanges et sans apport du professeur) et poursuit par des épisodes de *recherche consistante et variée*. Globalement, la séance sur les fonctions est plus "réussie" (échanges, travail des élèves, apports du professeur, situations plus riches).

Le professeur B est plus difficile à cerner à la lumière de ces analyses. Beaucoup d'épisodes le concernant sont, au moins partiellement, mal représentés, ils ne semblent pas organisés les uns par rapport aux autres, ils sont plus indépendants. Globalement, les épisodes de début de séance sont moins bien « réussis », on y voit des *gammes* mais sans réel travail des élèves, mais ces épisodes peuvent aussi se trouver en fin de séance (dans la séance sur les fonctions). Le professeur B propose aussi des épisodes de *recherche consistante et variée* (en milieu de séance sur les fonctions et en fin de séance sur les vecteurs).

Le professeur M est caractérisé par des échanges toujours globalement riches et le travail des élèves rarement effectif : on ne trouve que des épisodes de *débat* dans la séance sur les fonctions (avec des apports du professeur variables) et essentiellement des épisodes de *discussion* dans la séance sur les vecteurs. La séance sur les vecteurs finit par un débat encadré de deux épisodes de *recherche consistante et variée*.

Le professeur R est le seul à jamais ne rien ajouter à la situation (D-var). La séance sur les fonctions commence par un *débat*, après plusieurs épisodes de *discussion*, elle finit par des épisodes de *travail riche mais silencieux*. La séance sur les vecteurs commence par trois épisodes de *discussions*, un épisode *magistral* de transition. Ensuite, le travail des

élèves est effectif, on alterne des épisodes de *discussion*, de *débat* et de *travail riche mais silencieux* (variation sur le potentiel d'ouverture didactique et sur les échanges).

Il est intéressant de se remémorer ici les différents univers décrits au terme de précédents travaux²³¹. Ces univers étaient au nombre de trois : l'univers *manuel animé*, l'univers des *mathématiques commentées*, et l'univers des *mathématiques apparentes*.

Risquons-nous à évoquer pour conclure des exemples d'univers que nous suggèrent nos premières analyses. Notre description est caricaturale, ce sont plutôt des pôles que nous donnons à voir, dans la mesure où il nous manque encore beaucoup trop d'éléments et dans la mesure où un seul contenu a été analysé [seulement les quatre séances sur les vecteurs].

On pourrait schématiser une première manière de faire fréquenter les mathématiques en parlant d'un univers de type "*manuel animé*", "*CD-Rom*"²³².

Cela correspond à une séance où le "nouveau" n'est pas préparé précisément, même si des révisions amènent les élèves à se rappeler ce qu'ils savent sur les notions anciennes qui peuvent servir.

Les discours sont peu différenciés selon les épisodes. L'enseignant utilise toujours un vocabulaire très proche du vocabulaire mathématique (discours direct), et n'essaie pas de relier les mathématiques décontextualisées aux autres, utilisant dans les épisodes de cours des mathématiques décontextualisées, et dans les épisodes d'exercices des mathématiques contextualisées. Les élèves sont peu impliqués, et c'est surtout pour répondre à des questions d'information (demandes de résultats). Les réponses permettent plus à l'enseignant de tester l'état de la classe qu'aux élèves d'avancer s'ils ont une difficulté.

L'enseignant apporte essentiellement des informations, les structurations ne sont liées qu'à l'avancée du temps, il y a peu de réflexion.

En somme, ce que l'enseignant ajoute au manuel tient à l'oralisation du texte du savoir, à son découpage en une succession de tâches. Mais il reste à l'élève à combler la distance entre les mathématiques contextualisées et décontextualisées, à compléter les dialectiques dont ne lui sont présentées que des émergences bien délimitées, et à saisir le cas échéant qu'il ne se place pas là où l'enseignant l'attend.

Paradoxalement cela peut aussi évoquer certaines copies d'élèves, où tout figure mais où c'est au lecteur de trier, de mettre du relief...

Un autre univers qui semble s'esquisser, et qui est opposé au premier d'une certaine façon, serait celui des "*mathématiques commentées*"²³³.

Le "nouveau" est préparé avec précision, l'élève sait exactement ce qui est généralisé par le cours. Cependant les phrases faisant le lien entre le contextualisé et le décontextualisé,

²³¹ Voir bibliographie III, Hache et Robert, 1998b.

²³² N.D.A. : illustré ici le mieux par les séances [des professeurs M et B sur les vecteurs].

²³³ N.D.A. : illustré ici le mieux par la séance [du professeur R sur les vecteurs].

notamment pour ce "nouveau", sont plutôt émises pendant les exercices que pendant le cours, assez "dépouillé".

La structuration est importante, voire très importante, ainsi que le discours indirect, majoritaire. Autrement dit l'enseignant transforme le discours strictement mathématique, l'adapte.

Les élèves sont sollicités aussi bien sur des résultats que sur des argumentations.

On peut dire que le texte du savoir est "médiatisé", il n'est pas présenté brut aux élèves, en revanche ces derniers n'ont pas vraiment d'autonomie, ils ne sont pas associés à la structuration du savoir.

A titre d'essai prospectif, on peut évoquer un troisième pôle, l'univers des "*mathématiques apparentes*"²³⁴.

Participeraient à ce mode de fréquentation des mathématiques les demandes d'acquiescement ne testant pas la compréhension profonde, les questions fermées ou même coupées de manière à orienter suffisamment les élèves pour qu'ils répondent ce qui est attendu, sans que soit nécessairement testée une acquisition réelle.

Selon les épisodes fonction, teneur, et objet du discours sont très variables. Il peut y avoir une certaine structuration mais superficielle, il peut y avoir beaucoup de questions mais fermées. Il n'y a pas beaucoup de réflexion. Ces variations seraient peut-être plus liées à certains caractères du déroulement qu'au contenu.

Les comparaisons directes ne sont pas possibles et je n'ai pas cherché à reprendre ces appellations, car même si dans ces deux travaux l'univers mathématique de la classe est ce que nous retenons des pratiques de l'enseignant (voir chapitre A), les trois univers ci-dessus ne se basent que sur les analyses de discours. Ils sont caractérisés sans recours à aux indices proposés ici concernant le discours, et en prenant en compte certaines analyses plus fines du discours. Le présent travail prend en compte de plus une description des tâches et des activités observées. Les analyses de discours ayant donné lieu à la description de ces trois univers sont bien les mêmes que celles effectuées ici (même si les analyses factorielles n'avaient pas été effectuées) mais quelques analyses complémentaires avaient été testées (analyse fine des questions, analyse du lexique utilisé notamment). La problématique et les hypothèses de la première recherche étaient légèrement différentes de celle de ce travail.

On peut reconnaître, par exemple, dans l'univers *magistral* et l'univers de *recherche consistante et variée*, deux versions de l'univers des *mathématiques commentées* (l'un avec et l'autre sans travail effectif des élèves). Mais les comparaisons ne sauraient être poussées plus avant compte tenu du fait que le discours du professeur (à la base de la caractérisation des trois univers cités) ne représente que deux des cinq indices retenus ici.

II 4- Au delà de ce constat de variété, quelles régularités ?

C'est un prolongement de la problématique. Les univers semblent-ils dépendre de la notion abordée ? Du professeur ? De la classe ? Répondre à ces questions demanderait une étude plus systématique. Quelques idées, à étayer, se dégagent de ce travail.

Il est possible de repérer au fil des comptes rendus, ou dans les descriptions ci-dessus, des éléments pouvant être interprétés comme déterminants pour le type d'univers présent.

On s'aperçoit que les univers apparaissant chez deux professeurs différents ne sont pas identiques (même si ces professeurs ont l'habitude de travailler ensemble, ont le même projet, au moins localement). Cependant les univers ne sont pas répartis au hasard chez les professeurs, certains professeurs ont leur spécificité.

Il est difficile, par ailleurs, de distinguer dans ce travail la "variable professeur" de la "variable classe" voire de la "variable séance", puisque chaque professeur (sauf M) est vu face à une seule classe et seulement lors de deux séances. On ne sait par exemple pas dire quand deux classes seront différentes, ce qu'est une classe "faible", "en difficulté", "difficile" ou au contraire ce qu'est une classe "forte" ou "facile", ce qu'est une séance pendant laquelle la classe est "fatiguée", "attentive", "perturbée", "dissipée". On ne sait pas dans quelle mesure ces renseignements sont à prendre en compte. Il est impossible avec les données et la méthodologie de ce travail de faire cette étude. Certains faits, certaines facettes de la réalité observée, certaines variables échappent aux présentes analyses.

Par ailleurs, de nombreux phénomènes permettent de penser que l'on ne pourra pas faire vivre le même type d'univers pour deux notions différentes (selon les critères dégagés dans le paragraphe introductif²³⁵ : statut, niveau de conceptualisation etc.). En effet, tant dans les conclusions ci-dessus en terme d'indice qu'au fil des comptes rendus, il apparaît que quelque soit le professeur (et donc quelle que soit la classe) les univers observés dans les séances sur les fonctions ne sont pas les mêmes que ceux des séances sur les vecteurs. Les différences sont globalement toutes du même type : le professeur semble avoir plus de mal à faire émerger un univers didactiquement riche pendant la séance d'activité d'introduction à la

²³⁴ N.D.A. : Illustré ici le mieux par la séance [du professeur b sur les vecteurs].

²³⁵ Voir "Les notions mathématiques du point de vue de la didactique." page 9.

notion de vecteur. Il est important de remarquer que ce phénomène n'est pas surprenant compte tenu de la nature de cette notion à ce moment de son enseignement (voir "Les notions mathématiques du point de vue de la didactique." page 9 et choix des notions "Premières réflexions, choix des séances observées, matériel obtenu" page 30).

D'autres phénomènes, plus locaux, ont été repérés dans le paragraphe précédent qui permettent d'expliquer des variations dans les univers : la qualité du potentiel d'ouverture didactique de la notion (et donc de la préparation de la séance, voire de la formation du professeur), le fait que le professeur ait quelque chose à²³⁶ ajouter, à structurer, à institutionnaliser (et donc, entre autre, la qualité des mathématiques disponibles) sont autant de facteurs de qualité des univers.

Je tiens à souligner en dernier lieu que cette "qualité" des univers²³⁷ n'est que relative et que leur variété au cours d'une séance, de l'année ou même de la scolarité peut être aussi enrichissante, ceci pour chaque élève mais aussi globalement, certains univers étant peut-être plus faciles à accepter, à comprendre pour certains élèves (à un moment donné). Un phénomène de compensation peut alors se mettre en place, la variété des univers pouvant compenser une qualité difficile à mettre en place et à maintenir.

²³⁶ Et ait la possibilité de le faire.

²³⁷ C'est à dire par exemple ici de leur adéquation avec les hypothèses essentiellement didactiques admises ici.

CONCLUSION

Il me paraît important d'apporter ici un bilan de ce travail. Je vais essayer de résumer ce à quoi je suis arrivé, les difficultés qui se sont posées et les limites de mon point de vue. Enfin, j'esquisserai des pistes de recherche que cette étude permet d'entrevoir à présent.

J'ai conçu ce travail de rédaction autant comme la présentation d'un outil d'observation et de description des pratiques des professeurs en classe, ou plutôt ce que j'en retiens dans le cadre de la didactique des mathématiques, les *univers*, que comme une présentation de résultats.

La notion d'*univers* a été mise en place afin de spécifier le mot *pratique* au didactique, aux hypothèses retenues ici. Le mot pratique est ici entendu dans son acception la plus large : ensemble des gestes, conscients ou inconscients, des représentations, des motivations... du professeur en temps que professionnel de l'enseignement. Le mot *univers* a été introduit pour décrire la partie des pratiques du professeur dont on suppose, en s'inspirant de résultats de didactique des mathématiques, qu'elles ont de l'influence sur les apprentissages des élèves. J'ai résumé ces points clefs de la relation entre enseignement et apprentissage en trois idées directrices : l'apprentissage de l'élève est facilité par une dévolution forte (des problèmes rencontrés mais aussi de l'apprentissage lui-même), l'apprentissage de l'élève est facilité par un *potentiel d'ouverture didactique*²³⁸ riche, l'apprentissage de l'élève est facilité par des échanges (pouvant faciliter des remises en cause, une structuration...), notamment par des échanges avec le professeur.

Compte tenu de ces hypothèses, j'ai mis en place des outils d'observation des univers en classe.

Après m'être donné les moyens de comprendre le scénario global de chaque séance observée, et ainsi de pouvoir découper chaque séance en *épisodes*, j'ai étudié chacun de ces épisodes de façon plus locale. J'ai analysé le discours du professeur phrase par phrase selon trois modalités (*objet*, *teneur* et *fonction*) et les *tâches* et *activités*²³⁹ du professeur et des élèves grâce à une soixantaine de "points de mesure" (appelés *paramètres*). Ces données ont ensuite été étudiées par le biais d'analyses factorielles²⁴⁰.

²³⁸ Voir page 19 : « Par la suite j'évoquerai cette variabilité des approches proposées aux élèves en parlant de déploiement, d'ouverture didactique de la notion, ou plutôt de *potentiel d'ouverture didactique de la notion proposé aux élèves* : le mot potentiel rappelant que cette variété est celle qui est "offerte" à l'élève et pas nécessairement celle qu'il peut entendre ou qu'il peut s'approprier ».

²³⁹ Mots définis selon des conceptions ergonomistes (voir page 17).

²⁴⁰ Voir les comptes rendus pages 78-182.

Il semble que cet outil produise des résultats consistants : il permet de décrire, de structurer, de comparer et d'organiser les différents épisodes d'une séance d'un point de vue didactique. Ce, avec une certaine régularité et une certaine stabilité : le codage a été testé en comparant les résultats de deux codeurs ou d'un même codeur travaillant sur un même épisode avec un intervalle d'un an. Les descriptions obtenues dans les comptes rendus sont fiables et relativement complètes (il a été extrêmement rare dans l'interprétation de ces descriptions de devoir rechercher dans les données brutes, les retranscriptions ou la vidéo, des informations complémentaires). Enfin ces descriptions apportent une certaine "objectivité", et une certaine exhaustivité. Exhaustivité, car en utilisant les analyses factorielles on prend en compte simultanément tous les paramètres en présence ; et objectivité, car la structuration des données obtenue ne dépend des questions que l'on se pose a priori que dans la mesure où les paramètres de codage choisis en dépendent (et le choix de ces paramètres est nécessairement explicite).

Ces descriptions d'épisodes et de séances permettent des comparaisons constructives entre séances, elles permettent d'étudier l'influence du professeur, de la notion enseignée, de la classe²⁴¹ sur les univers en présence. Même si l'étude de ces influences n'a pas été menée à son terme ici (la problématique et la méthodologie élaborée n'étaient pas centrées sur cette question) quelques éléments de réponse ont été apportés. Il semble notamment qu'un professeur propose systématiquement plusieurs univers par séance, que tous les professeurs ne proposent pas les mêmes univers, que ces univers dépendent aussi de la notion enseignée (les univers présents dans les séances sur les fonctions sont systématiquement plus riches²⁴² que ceux présents dans les séances sur les vecteurs, ce qui confirme, au passage, les classifications a priori de ces notions²⁴³). La qualité²⁴⁴ des univers dépend en grande partie de la préparation de la séance (potentiel d'ouverture didactique a priori) et de l'intensité des échanges professeur - élèves (d'un point de vue quantitatif mais surtout qualitatif²⁴⁵).

²⁴¹ L'étude de l'influence de la classe nécessite au préalable la création d'outils descriptifs de cette "variable".

²⁴² Compte tenu de nos hypothèses, le sens de ce mot est explicite dans le chapitre D page 192.

²⁴³ Voir les outils de classification dans le chapitre A page 9 et le choix de ces deux notions dans le chapitre B page 30.

²⁴⁴ Voir note 242.

²⁴⁵ Voir note 242.

Les résultats décrits ci-dessus sont encourageants. Je vais souligner ici quelques limites à ce travail. Des critiques d'ordre technique ont été évoquées au fil du texte : la complexité du codage, par exemple, et notamment la lenteur du codage du discours, cette lenteur étant un obstacle à sa stabilité. On pourrait reprendre ici les difficultés de mise en place des observations et notamment celles relatives au choix des séances observées (il est difficile de filmer un même professeur sur deux notions différentes chaque fois face à deux classes différentes par exemple, le faire avec plusieurs professeurs relève encore la complexité de la mise en place... et multiplie notablement le travail d'analyse à suivre).

La principale limite de ce travail à mon sens est la suivante. La complexité du sujet d'observation (le professeur de mathématique pendant une séance, et donc aussi sa préparation et ce qu'il en tire) est telle que de nombreux éléments doivent être pris en compte simultanément, j'ai donc ouvert au maximum le champ des points de vue que j'ai choisis, cependant cette ouverture n'a été faite (ne peut-être faite ?) qu'au sein d'un même champ disciplinaire : ici la didactique des mathématiques. Je n'ai pas pris en compte, par exemple, les points de vue de type psychanalytique, sociologique, je n'ai que très peu tenu compte du "non verbal". Les descriptions, les conclusions apportées ne sont donc valables que dans le cadre et compte tenu des hypothèses didactiques retenues.

Il me semble une fois ce travail effectué qu'au moins quatre pistes de prolongement se dégagent.

- Tout d'abord, une fois ce travail effectué il me paraîtrait important d'entreprendre une comparaison des méthodes, des questionnements et des résultats décrits ci-dessus avec ceux apparaissant dans des travaux sur les pratiques des professeurs, en classe en didactique des mathématiques ou dans d'autres champs disciplinaires, en France ou à l'étranger.
- De façon plus interne, un élargissement du corpus étudié permettrait de confirmer (ou d'infirmer) les premières remarques effectuées suite aux analyses quant à l'influence du professeur ou de la notion sur l'univers présent dans la séance. L'étude de l'influence de la classe sur l'univers de la séance nécessite l'élaboration d'un cadre théorique de description de la classe. Cette étude permettrait, entre autre, de problématiser et d'étudier « les classes difficiles »²⁴⁶. Afin de mener à bien ce travail une problématique reste donc en partie à élaborer,

²⁴⁶ Le "forum des problèmes" de la 10^{ème} école d'été de didactique des mathématiques avait pour but de problématiser « l'enseignement des mathématiques dans les classes difficiles », il a mis en évidence une grande difficulté de la didactique à prendre en charge ces questions pourtant brûlantes.

la méthodologie, elle aussi, ne peut être un prolongement simple de celle adoptée ici : comme je le souligne ci-dessus, les analyses effectuées sont des analyses très lourdes et leur mise en place sur un nombre important de séances me semble difficile.

- Une troisième piste de recherche devra nécessairement être abordée, elle concerne l'étude de l'effet sur les élèves de ces différents univers. Comme il a été dit ci-dessus, aucun univers n'est a priori à rejeter, c'est sans doute leur variété qui est source d'apprentissage (phénomène de *compensation*²⁴⁷). Par contre, il serait intéressant d'étudier l'apport spécifique de chaque type d'univers et le type d'apprentissage qu'il engendre. C'est sur cette piste que s'est engagée l'équipe de recherche de l'IUFM de Versailles²⁴⁸ dans le prolongement du présent travail.
- Enfin, ce travail m'a amené à réfléchir à la complexité de la formation professionnelle des professeurs. Il a permis de dégager cinq indices essentiels (potentiel d'ouverture didactique au travers de la tâche prévue, transformations de ce potentiel dans l'activité des élèves, traces de ce potentiel dans le discours du professeur, échanges entre professeur et élèves, tant dans l'organisation de l'activité que dans le discours du professeur²⁴⁹) permettant une observation de séance. On peut se demander si ces indices ne pourraient pas être des points d'ancrage, pour la formulation de questionnements et d'auto-évaluation des professeurs, ils permettent une certaine simplification didactique de la complexité des phénomènes en présence.

²⁴⁷ Voir chapitre D page 198.

²⁴⁸ Équipe sous la direction de Aline Robert.

²⁴⁹ Voir paragraphe "Les groupes de paramètres, définitions." page 189.

BIBLIOGRAPHIE

<i>I Didactique générale :</i>	206
<i>II Étude des notions et savoirs :</i>	206
<i>III Étude des pratiques :</i>	207
<i>IV Autres champs disciplinaires :</i>	209
<i>V Analyse de données :</i>	210

Remarque : cette classification des références bibliographique est seulement liée à mon utilisation de ces publications, à ce que j'en ai retenu pour le présent travail.

I Didactique générale :

- ARTAUD M. (1997) Introduction à l'approche écologique du didactique. L'écologie des organisations mathématiques et didactiques, *Actes de la neuvième école d'été de didactique des mathématiques* (Houlgate), pp. 101-139.
- BROUSSEAU G. (1986) Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques, *Recherches en didactique des mathématiques*, n°7/2, La pensée Sauvage, Grenoble, pp. 33-115.
- BROUSSEAU G. (1998) *Théories des situations didactique*, La pensée sauvage.
- BRUN J. (1996) Ed. *Didactique des mathématiques*, Delachaux et Niestlé, Paris.
- COMITI C. GRENIER D. MARGOLINAS C. (1995) Niveaux de connaissances en jeu lors d'interactions en situations de classe et modélisation de phénomènes didactiques, *Différents types de savoirs et leur articulation*, ed. Arsac, Gréa, Grenier et Thiberghien, La pensée sauvage, Grenoble, pp. 93-28.
- JOSHUA S. (1996) Qu'est-ce qu'un "résultat" en didactique des mathématiques, *recherches en didactique des mathématiques*, n°16/2, La pensée sauvage, Grenoble, pp. 197-220.
- ROBERT A. (1995) *L'épreuve sur dossier à l'oral du CAPES de mathématiques : I Géométrie*, Ellipse.
- ROBERT A. et ROBINET J. (1996) Prise en compte du méta en didactique des mathématiques, *Recherches en didactique des mathématiques*, n°16/2, La pensée sauvage, Grenoble, pp.145-176.

II Étude des notions et savoirs :

- ARTIGUE M. (1997) L'évolution des problématiques en didactique de l'analyse, *Actes de la neuvième école d'été de didactique des mathématiques* (Houlgate), pp. 229-242.
- ARTIGUE M. (1998) L'évolution des problématiques en didactique de l'analyse, *Recherches en didactiques des mathématiques*, n°18/2, La pensée sauvage, Grenoble, pp. 231-262.
- DORIER J.L. (1997) ed., *L'enseignement de l'algèbre linéaire en question*, la pensée sauvage, Grenoble.
- DORIER J.L. (1997) état de l'art de la recherche en didactique à propos de l'enseignement de l'algèbre linéaire, *Actes de la neuvième école d'été de didactique des mathématiques* (Houlgate), pp. 213-228.

- DORIER J.L. (1998) état de l'art de la recherche en didactique à propos de l'enseignement de l'algèbre linéaire, *Recherches en didactique des mathématiques*, n°18/2, La pensée sauvage, Grenoble, pp. 191-230.
- DOUADY R. (1987) Jeux de cadre et dialectique outil / objet, *Recherche en didactique des mathématiques*, 7/2, pp.5-32.
- DUVAL R. (1995) Quel cognitif retenir en didactique des mathématiques ? *Actes de la huitième école d'été de didactique des mathématiques*, St Sauves, pp. 198-214.
- DUVAL R. (1996) Quel cognitif retenir en didactique des mathématiques ? *Recherches en didactique des mathématiques*, n°16/3, La pensée sauvage, Grenoble, pp. 349-382.
- LEGRAND M. (1996) La problématique des situations fondamentales, *recherches en didactique des mathématiques*, 16/2, pp. 211-279.
- PIAN J. (1998) Actes du colloque DIDIREM des 27 et 28 mars 1998 à Versailles (« Réussites et / ou apprentissages, Nouvelles technologie : Les mathématiques en premier cycle universitaire, où en est-on ? »), <http://www.didirem.math.jussieu.fr/colloque.html>.
- PIAN J. (1999) Diagnostic des connaissances de mathématiques des étudiants de CAPES, vers une interprétation cognitive des apprentissages individuels, *Cahier de DIDIREM*, n°34, Paris.
- ROBERT A. (1997) Quelques outils d'analyse épistémologique et didactique de connaissances mathématiques à enseigner au lycée et à l'université, *actes de la neuvième école d'été de didactique des mathématiques* (Houlgate), pp.192-212.
- ROBERT A. (1998) Outils d'analyse des contenus mathématiques à enseigner au lycée et à l'université, *Recherches en didactique des mathématiques*, n°18/2, La pensée sauvage, Grenoble, pp.139-190.
- VERGNAUD G. (1990) La théorie des champs conceptuels, *Recherches en didactique des mathématiques*, 10/2-3, pp.133-170.
- VERGNAUD G. (1995) Au fond de l'apprentissage la conceptualisation, *Actes de la huitième école d'été de didactique des mathématiques* (St Sauves) pp. 174-185.

III Étude des pratiques :

- BLANCHARD-LAVILLE C., HATCHUEL F., LEUTENEGGER F., MERCIER A., MOSCONI N., SALIN M.H., SCHUBAUER-LEONI M.L., SENSEVY G. (1997) Conférence à plusieurs voix : approches cliniques des pratiques enseignantes, *Actes de la neuvième école d'été de didactique des mathématiques* (Houlgate), pp. 48-66.

- BLANCHARD-LAVILLE C. (1997) L'enseignant et la transmission dans l'espace psychique de la classe, *Recherches en didactique des mathématiques*, n°17/3, La pensée sauvage, Grenoble, pp. 151-176.
- BROUSSEAU G. (1995) L'enseignant dans les théories didactiques, *Actes de la huitième école d'été de didactique des mathématiques* (St Sauves), pp. 3-46.
- BRUN J. (1998) ed. *Méthodes d'étude du travail de l'enseignant*, interactions didactiques.
- CHEVALLARD Y. (1995) La fonction professorale : esquisse d'un modèle didactique, *Actes de la huitième école d'été de didactique des mathématiques* (St Sauves), pp. 83-122.
- CHEVALLARD Y. (1997) Familiale et problématique, la figure du professeur, *Recherche en didactique des mathématiques*, n°17/3, La pensée sauvage, Grenoble, pp.17-54.
- COULON A. (1987) *Ethnométhodologie*, PUF, Paris.
- COULON A. (1993) *Ethnométhodologie et éducation*, PUF, Paris.
- CRAHAY M. (1989) Contraintes de situation et interactions maître - élève : changer sa manière d'enseigner est-ce possible ? *Revue française de pédagogie* n°88, Paris, pp. 67-94.
- GOIGOUX R. (document non publié)
- HACHE C., ROBERT A. (1997a) Comment en didactique des mathématiques prendre en compte les pratiques effectives des enseignants de mathématiques au lycée ? *Cahier de Didirem* n°28, Université Paris 7.
- HACHE C., ROBERT A. (1997b) Un essai d'analyse de pratiques effectives en classe de seconde, ou comment un enseignant fait "fréquenter" les mathématiques à ses élèves pendant la classe ? *Recherches en didactique des mathématiques*, n°17-3, La pensée Sauvage, Grenoble, pp. 103-150.
- LEPLAT J. (1997) *Regard sur l'activité en situation de travail, contribution à la psychologie ergonomique*, PUF.
- MARGOLINAS C. (1995) Principes de l'analyse de la situation de l'enseignant dans une relation didactique, *Actes de la huitième école d'été de didactique des mathématiques* (St Sauves), pp. 66-68
- MARGOLINAS C. (1997) Étude de situations didactiques "ordinaires" à l'aide du concept de milieu : détermination d'une situation du professeur, *Actes de la neuvième école d'été de didactique des mathématiques* (Houlgate), pp. 35-43.
- MARGOLINAS C. (1999) Conférence à la dixième école d'été de didactique des mathématiques (Houlgate), À PARAÎTRE.

- MARGOLINAS C. et PERRIN M.J. (1997) Éditorial, *Recherches en didactique des mathématiques*, n°17/3, La pensée sauvage, Grenoble, pp.7-15.
- NOIRFALISE A ET R (1995) Visibilité et intelligibilité de l'action du professeur *Actes de la huitième école d'été de didactique des mathématiques* (St Sauves) pp. 146-155.
- PASTRÉ (1996) Variations sur le développement des adultes et leurs représentations, *Éducation permanente* n°119, Paris, pp. 33-63.
- PERRIN M.J. (1997) Pratiques des élèves et des enseignants en classe de mathématiques — Institutionnalisation en classe de seconde, *Cahier de Didirem* n°29, Université Paris 7.
- ROBERT A. (1996) Une approche de la formation professionnelle initiale des professeurs de mathématiques des lycées et des collèges, *Cahier de Didirem* n°26, Université Paris 7.
- ROBERT A. (1999a) ed. Les pratiques des enseignants de mathématiques en classe de seconde, Rapport sur le projet de recherche 1997-1998 (appel d'offre de l'IUFM de Versailles), *Cahier de DIDIREM*, n°33, Paris.
- ROBERT A. (1999b) Recherches didactiques sur la formation professionnelle des enseignants de mathématiques du second degré et leurs pratiques en classe, *Didaskalia*, À PARAÎTRE.
- ROGALKI J. et SAMURÇAY (1992) Formation aux activités de gestion d'environnements dynamiques : concepts et méthodes, *Education permanente*, n°111.
- ROGALSKI J. (1998) Conférence au séminaire de l'équipe DIDIREM (IREM de Paris VII).
- VERGNAUD G. (1994) Le rôle de l'enseignant à la lumière des concepts de schème et de champ conceptuel, *Vingt ans de didactique des mathématiques en France*, La pensée sauvage, Grenoble pp. 77-191.

IV Autres champs disciplinaires :

- BAUTIER E. (1995) *Pratiques langagières, pratiques sociales*, L'Harmattan, Paris.
- BAUTIER E., ROCHEX J.Y. (1996) Rapport au savoir et à l'école des "nouveaux" lycéens, *l'année de la recherche en sciences de l'éducation*, Paris pp. 185-212.
- CHARLOT B., BAUTIER E. ROCHEX J.Y. (1992) *École et savoir dans les banlieues et ailleurs*, Armand Colin, Paris.
- DUMAS CARRÉ A. WEIL BARAIS A (1997) *Tutelle et médiation dans l'éducation scientifique* Peter Lang, Bern.
- RICCO G. (1995) Psychologie cognitive et didactique des mathématiques, perspectives critiques de différentes approches concernant la cognition scolaire, *Actes de la huitième école d'été de didactique des mathématiques*, St Sauves, pp.159-173.

ROCHEX J.Y. (1994) *Le sens de l'expérience scolaire*, PUF, Paris.

ROCHEX J.Y. (1997) L'oeuvre de Vygotski : fondements pour une psychologie historico - culturelle, *Revue française de pédagogie*, n°120, pp.105-147

VYGOTSKI L. (Édition 1985) *Pensée et Langage*, Paris, Éditions Sociales, Messidor.

WASLAWICK (1985) *Le langage du changement*, Seuil.

V Analyse de données :

BENZECRI J.P. (1973) *Analyse de données, tome II : analyses des correspondances*, Dunod, Paris.

CHEssel D. (1997) Logiciel d'analyse de données ADE-4 : <http://pbil.univ-lyon1.fr/ADE-4>

CHEssel D. (1993) *Analyses multivariées et expression graphique des données environnementales*, version 3.6, tome 2, pp.1-10, Université Lyon I, Villeurbanne.

ESCOFIER B. et PAGES J. (1988) *Analyse factorielle simples et multiples : objectifs, méthodes et interprétations*, Dunod, Paris.

GAILLAND M. et RAFFY J.C. (1990) *Mécanique générale. Tome I (...), géométrie de masse*, (...)Eyrolles.

GRAS R. (1996) ed. *L'implication statistique, nouvelle méthode exploratoire de données*, La pensée sauvage édition, Grenoble.

PONTIER J., DUFOUR A.B., NORMAN M. (1990) *Le modèle euclidien en analyse de données*, Ellipse, Édition de l'université de Bruxelles, S.M.A.

ANNEXES

Table des matières des annexes :

ANNEXES.....	i
ANNEXE 1 TABLEAU RECAPITULATIF : DECOUPAGE DES SEANCES EN EPISODES. DESCRIPTIF SOMMAIRE DE CHAQUE EPISODE.....	ii
ANNEXE 2 ANALYSES FACTORIELLES : PETITE NOTE THEORIQUE.....	v
ANNEXE 3 TABLEAU RECAPITULATIF : DONNEES NUMERIQUES RELATIVES A LA FIABILITE DES ANALYSES EFFECTUEES.....	xi
ANNEXE 4 ANALYSE DES TACHES ET ACTIVITES, DIFFERENTS PARAMETRES ET VALEURS POSSIBLES.....	xiv
ANNEXE 5 EXEMPLES DETAILLES DE CODAGE ET D'ANALYSE D'UN EPISODE.	xix
ANNEXE 6 DONNEES ISSUES DES ANALYSES LOCALES (ANALYSES DES TACHES ET ACTIVITES ET ANALYSES DU DISCOURS).	xlii
ANNEXE 7 UNIVERS : CINQ INDICES DE DESCRIPTION.	l

ANNEXE 1

TABLEAU RECAPITULATIF : DECOUPAGE DES SEANCES EN EPISODES. DESCRIPTIF SOMMAIRE DE CHAQUE EPISODE

Découpage en épisodes des séances traitant des fonctions :

Prof	épisode 1	épisode 2	épisode 3	épisode 4	épisode 5	épisode 6
b	Tableau de valeurs de la fonction $x \mapsto x^2$	Tracé de ces points dans un repère orthogonal normal	Esquisse de la représentation graphique	Étude graphique d'une éventuelle symétrie	Autre symétrie possible connue	Passage de la représentation graphique au tableau de variation
B	Tableau de valeur et tracé la courbe de $x \mapsto x^2$	Étude analytique de la courbe de symétrie	Autres fonctions ayant la même propriété	Étude analytique des variations de la fonction sur $[0, +\infty[$	Tableau de variation	Étude d'un éventuel minimum de la fonction
M	Construction d'images et d'antécédents sur un graphe	Tableau de valeur et tracé de la courbe associée	Tracé d'un antécédent, calcul d'une image	Étude d'un graphe ne représentant pas une fonction	Bilan du vocabulaire et des notations utilisés	Tracé d'images et d'antécédents sur un graphe
R	Le mot "fonction" au collage	Cadre informatif (vocabulaire, idées...) du 1 ^{er} exercice	Tableau de valeurs de $f_1: x \mapsto \sqrt{(x+1)^2}$	Tab. de val. et simplification éventuelle de $f_2: x \mapsto \sqrt{x^2+1}$	$f_3: x \mapsto (\sqrt{x+1})^2$, tab. de valeurs, comparaison de f_2 et f_3	Périmètre d'un triangle en fonction d'un périmètre, tab. de val.

Prof	épisode 7	épisode 8	épisode 9
b	Justification analytique du tableau de variation	Existence d'un minimum, étude graphique et analytique	Existence d'un maximum, étude graphique et analytique
B			
M	<i>Résumé de la séance par les élèves</i>		
R	Discussion de la programmation de ce périmètre		

Découpage en épisodes des séances traitant des vecteurs :

Prof	épisode 1	épisode 2	épisode 3	épisode 4	épisode 5	épisode 6
b	Discussion sur l' "intérêt" des vecteurs	Trois situations à propos de l'égalité de deux vecteurs	Trois situations à propos de sommes $\vec{AB} + \vec{BC}$	Trois situations à propos de sommes $\vec{AB} + \vec{AC}$	Trois situations à propos de sommes $\vec{AB} + \vec{CD}$	Bilan sur la somme de deux vecteurs
B	Construction de points définis par un produit $k\vec{u}$	Exercice à trous sur le modèle $\vec{CE} = _ \vec{BA}$	Exercice à trous sur le modèle $\vec{AB} + \vec{CD} = _ \vec{CE}$	Comment lire le signe de k sur le dessin ?	Définition de la multiplication d'un vecteur par un nombre	Propriétés de cette multiplication
M	Souvenirs de 3 ^{ème} sur les vecteurs	Construction de D tel que $[B, C]$ et $[A, D]$ aient même milieu	Construction de E tel que $(ABCE)$ soit un parallélogramme	Construction de F tel que $F = t_{\vec{AD}}(E)$	Construction de G tel que $\vec{AG} = \vec{CB}$	Bilan de l'exercice et des souvenirs de 3 ^{ème}
R	Petites questions à propos de la relation de Chasles	Construction d'une somme de deux vecteurs	Construction d'une somme de trois vecteurs, normes	Proposition de définition de $\vec{AB} - \vec{CD}$, construction	Construction de $\vec{MN} + \vec{MN}$	Propositions de notation

Prof	épisode 7	épisode 8	épisode 9	épisode 10	épisode 11	épisode 12
b	Égalité de vecteurs, notation \vec{u}	Exercice à trous : somme de vecteurs	Introduction de la différence de deux vecteurs	Tracé d'une somme et d'une différence		
B	Existence et lecture de k sur un schéma					
M	Repérage de tous les vecteurs égaux sur la figure	Reformulation utilisant les translations	Caractérisation de l'égalité de deux vecteurs	Relation de Chasles et translations	Construction de la translation d'un parallélogramme donné	
R	Construction de $\vec{MN} + \frac{1}{2} \vec{MN}$	Propositions de notation	Bilan, multiplication d'un vecteur par un nombre	Construire U tel que $\vec{LU} = \frac{1}{2} \vec{IJ}$	Trouver k tel que $\vec{IJ} = k \vec{IK}$ (3 cas)	Dictée de la définition de la multiplication

ANNEXE 2

ANALYSES FACTORIELLES : PETITE NOTE THEORIQUE.

Je vais parler ici essentiellement de l'analyse en composantes principales (ACP), c'est à dire l'analyse la plus simple de données quantitatives.

Le but de ce type d'analyse est de rendre intelligible une masse de données trop importante pour être appréhendée facilement dans son ensemble. Cette intelligibilité va prendre la forme d'une organisation globale des données.

Les données se présentent sous forme d'un tableau : je noterai en colonne les paramètres, les différentes mesures prises... (dans le présent travail il s'agit par exemple des 27 paramètres de l'analyse de discours¹, ces paramètres ne sont pas indépendants² mais ça n'est pas un obstacle) et je noterai en ligne les 'individus' sur lesquels on a recueilli ces données, ces mesures (il s'agit ici des épisodes de la séance ou du groupe de séance considéré).

Par exemple si l'on décide d'étudier le discours de la séance sur les fonctions du professeur B, les données recueillies dans ce travail sont les suivantes :

	C	C	C	D	D	D	L	L	L	C	C	C	D	D	D	L	L	L	C	C	C	D	D	D	L	L	L
	Q	D	I	Q	D	I	Q	D	I	Q	D	I	Q	D	I	Q	D	I	Q	D	I	Q	D	I	Q	D	I
	I	I	I	I	I	I	I	I	I	S	S	S	S	S	S	S	S	S	A	A	A	A	A	A	A	A	A
1	6	35	20	0	0	0	2	5	2	0	9	16	0	0	0	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
2	9	28	7	0	1	0	8	0	1	0	7	14	0	0	1	0	0	1	1	18	1	0	1	0	0	0	0
3	14	12	9	1	3	0	2	3	6	0	1	8	0	9	3	2	2	8	1	2	0	9	3	0	0	0	0
4	10	14	9	4	13	0	3	0	7	0	6	20	0	0	0	0	0	1	3	4	7	0	0	0	0	0	0
5	4	30	7	0	2	0	0	0	2	0	0	35	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0
6	16	31	21	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	5	0	3	7	0	0	0	0	0	0

Il s'agit de pourcentages par ligne, la première colonne désigne le numéro de l'épisode de la séance et les trois premières lignes désignent le type de discours correspondant : de haut en bas, la fonction, l'objet et la teneur. Par exemple, le **14** (de la 6^{ème} ligne et de la 2^{ème} colonne) signifie qu'il y a 14% du discours du professeur dans le 3^{ème} épisode qui a été codé comme un discours interrogatif sur de l'information contextualisée.

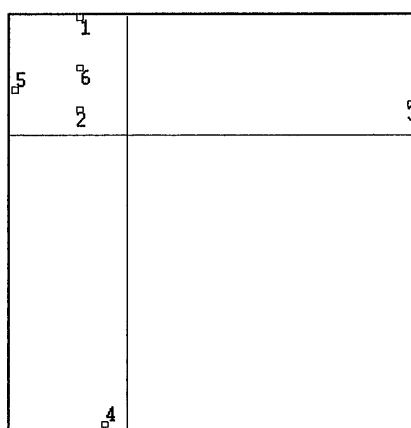
Ce tableau va être interprété géométriquement afin de pouvoir effectuer l'ACP. On va considérer qu'il s'agit des coordonnées de 6 points (les 6 épisodes) dans un espace de dimension 27. Il s'agit alors de trouver une représentation la plus fidèle possible de ce nuage de points. L'ACP suppose deux choix³ (d'autres choix sont possibles) : on décide de représenter ce nuage sur un plan utilisant une projection orthogonale et on décide de projeter sur le plan tel que la distance euclidienne du plan au nuage (c'est à dire la somme des distances euclidiennes des points du nuage au plan) soit minimale.

¹ Voir chapitre B.

² Il s'agit de proportions, donc, par exemple, leur somme est égale à 1, épisode par épisode.

³ Je simplifie, une première étape consiste en général à changer de repère : nuage centré à l'origine...

Schéma 1 : projection des épisodes sur le plan factoriel.



Mathématiquement la recherche de ce plan correspond à la diagonalisation d'une certaine matrice calculée à partir des coordonnées des points (c'est à dire à partir du tableau de donnée) et à la recherche des plus grandes valeurs propres de cette matrice. Techniquement un logiciel⁴ prend en charge les calculs et donne en réponse le schéma de la projection du nuage sur le plan trouvé.

On observe ici que les épisodes 1, 2, 5 et 6 sont proches alors que les épisodes 3 et 4 sont chacun atypiques. Plusieurs questions se posent alors :

- 1) dans quelle mesure ce schéma représente le nuage d'origine ? Quelle est la déformation ?
- 2) Et pourquoi les épisodes 1, 2, 5 et 6 sont proches ? Qu'est-ce qui les distinguent des épisodes 3 et 4 ? Qu'est-ce qui fait que les épisodes 3 et 4 sont si éloignés ?

Pour répondre à la première question, je vais faire un petit détour.

J'ai décrit ci-dessus le point de vue d'un algébriste sur le nuage de point. Un physicien parle autrement, il voit le nuage de point comme un solide (imaginons que l'on passe momentanément de la dimension 27 à la dimension 3), dont on peut rechercher les propriétés propres et notamment les caractéristiques dynamiques d'inertie. Ce solide a, si par exemple on le fait tourner autour d'un axe, une certaine inertie liée au choix de cet axe ; un problème classique est d'essayer de trouver pour un solide donné l'axe qui maximisera l'inertie du solide en rotation (c'est autour de cet axe que tourne lentement sur lui même, par exemple, un satellite laissé libre dans l'espace). Il se trouve que les calculs à effectuer pour cette recherche sont les mêmes que ceux que j'ai décrits ci-dessus, la matrice à diagonaliser est la même,

⁴ Ici, le logiciel utilisé pour effectuer les calculs et pour présenter les résultats des comptes rendus (ou des exemples des annexes) est le logiciel ADE-4 (voir bibliographie V, Chessel 1997).

et (donc) les vecteurs propres et les valeurs propres sont les mêmes. L'avantage du point de vue physique c'est qu'il donne une interprétation simple des valeurs propres de la matrice : elles sont directement liées à l'inertie du solide en rotation autour du vecteur propre. La somme des valeurs propres correspond à l'inertie du solide. L'axe privilégié de rotation du solide sera l'axe propre dont la valeur propre est maximale...

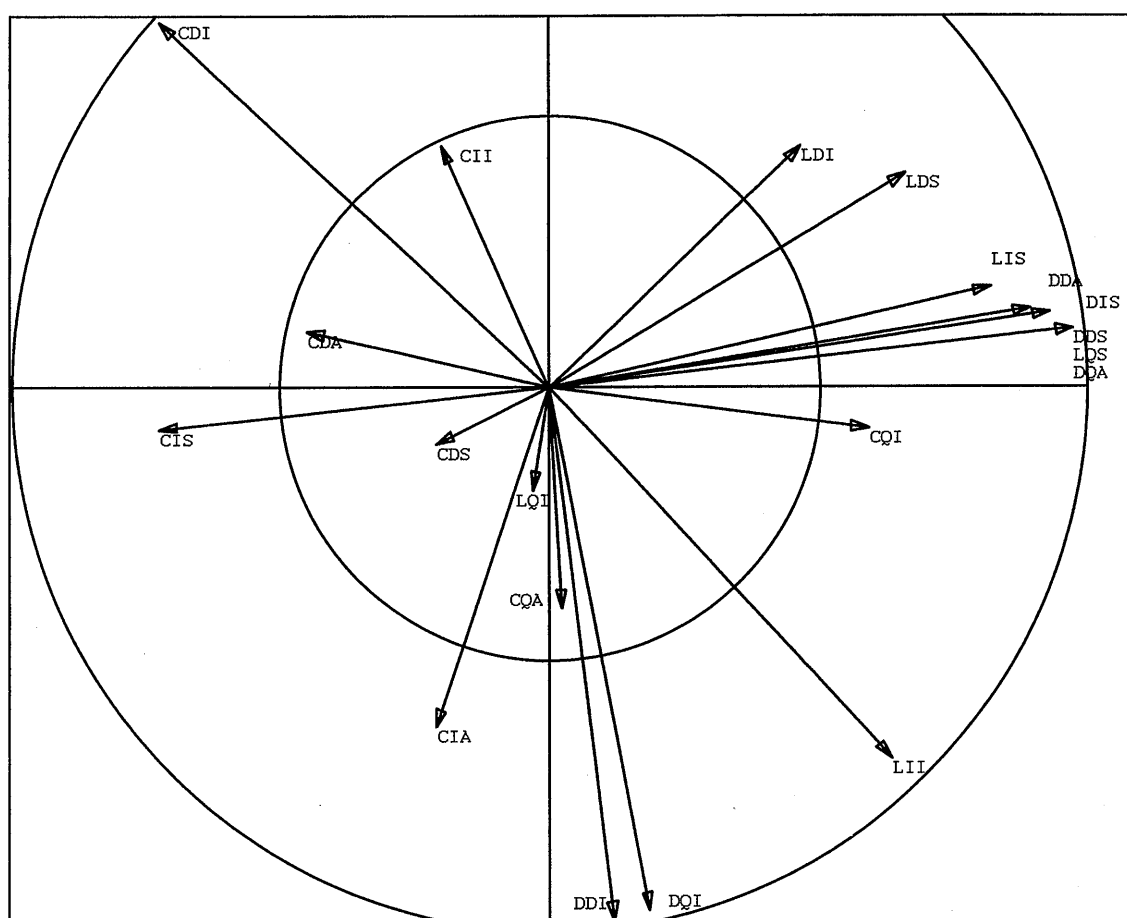
Retrouvons notre analyse de données. La principale méthode de mesure de la fiabilité d'une ACP est d'observer l'inertie liée au plan choisi, ou plutôt la part de cette inertie dans l'inertie du solide.

Ainsi le plan du schéma ci-dessus rassemble-t-il 61% de l'inertie totale du nuage (la somme des deux premières valeurs propres représente 61% de la somme de toutes les valeurs propres), 61% de l'information du tableau de départ pourrait-on dire⁵ (?), on ne peut pas avoir une meilleure inertie sur un plan.

La seconde question (comment interpréter la proximité ou l'éloignement de deux épisodes sur ce schéma) admet une réponse plus simple. Il suffit en effet pour mieux comprendre la signification des positions des points de savoir comment se place le plan considéré dans l'espace (de dimension 27) de départ. C'est dans ce but que l'on trace un second schéma : il correspond à la projection des vecteurs directeurs unitaires de la base canonique de départ (celle dans laquelle sont données les coordonnées des épisodes) dans le plan sélectionné.

⁵ Pour avoir un ordre de grandeur des inerties on peut se reporter à l'annexe 3 récapitulante, pour toutes les analyses effectuées, ce type de données.

Schéma 2 : projection des paramètres sur le plan factoriel (vectoriel).



On retrouve sur ce schéma la trace de la boule unité (cercle de rayon 1), elle permet d'apprécier la proximité des axes de la base de départ au plan de projection : plus la norme du vecteur projeté est proche de 1 et plus l'axe d'origine était proche du plan (on pourra donc prendre en compte sa position pour interpréter la position des épisodes après projection), plus la norme du vecteur projeté est proche de 0 (j'ai tracé le cercle de rayon 1/2 pour donner une échelle) plus l'axe d'origine était orthogonal au plan de projection (et donc moins la coordonnée d'un épisode sur cet axe a d'importance sur sa position après projection, plus ce paramètre est "flou", ou "mal représenté"⁶).

La proportion de vecteurs projetés dont la norme est plus grande que 1/2 (limite fixée pour le présent travail) est un second critère (après la valeur de l'inertie du plan) de qualité de l'analyse.

⁶ Voir la présentation des comptes rendus dans le chapitre C.

Ici, par exemple, la position de l'épisode 4 semble due à ses coordonnées sur les paramètres DDI⁷ et DQI (et moins nettement CIA et LII). Le professeur a donc pendant cet épisode, de façon prédominante dans la séance, un discours d'information décontextualisé (discours interrogatif ou direct) et un discours indirect d'information sur le lien ou de réflexion sur une situation plus contextualisée. Le professeur fait donc un cours (information décontextualisée) dialogué (il pose au moins des questions) dans lequel il expose, de façon moins marquée, une réflexion et des liens avec une situation contextualisée (dans un langage plus détendu). L'autre épisode caractérisé par un discours décontextualisé est l'épisode 3 : épisode visiblement décontextualisé mais plus réflexif (structuration, réflexion, argumentation) et plus en lien avec des mathématiques décontextualisées, il se fait dans un langage moins soutenu⁸.

⁷ Voir tableau de donnée ci-dessus.

⁸ Voir aussi le compte rendu de la séance dans le chapitre C.

ANNEXE 3

TABLEAU RÉCAPITULATIF : DONNÉES NUMÉRIQUES RELATIVES À LA FIABILITÉ DES ANALYSES EFFECTUÉES.

Le tableau suivant regroupe les données numériques utilisées pour évaluer la fiabilité et la représentativité des analyses effectuées.

Dans la seconde colonne on retrouve une dénomination pour chaque analyse.

- Cette dénomination commence par préciser quels types d'épisodes sont étudiés : **e** quand on ne prend en compte que les épisodes (ou que des épisodes) d'exercice de la (les) séance(s) considérée(s) et **ec** quand il y a aussi les épisodes de cours.
- On trouve ensuite un code pour la (ou les) séance(s) considérée(s) :
 - d'abord la notion étudiée dans ces séances (**f** pour fonction, **v** pour vecteur, **fv** quand l'analyse regroupe des séances sur chacune des notions),
 - puis le professeur correspondant (**b**, **B**, **M** ou **R** quand les séances considérées sont toutes avec le même professeur ; quand aucun professeur n'est indiqué c'est que l'on considère une analyse regroupant des séances de chaque professeur).
- Et enfin, éventuellement, un code supplémentaire pour numérotter les analyses quand plusieurs analyses ont été effectuées sur le même corpus : la première analyse n'est pas numérotée, la seconde est notée - (cette notation étant justifiée par le fait qu'en général quand une seconde analyse est faite pour étudier une séance ou un groupe de séance, elle est faite avec des épisodes en moins) et la troisième μ .

Par exemple le code **efvM μ** correspond à la troisième analyse (μ) effectuée sur des épisodes d'exercices uniquement (**e**) des deux séances (**fv**) du professeur M (**M**).

Le code **ev** correspond à l'analyse de tous les épisodes d'exercice des quatre professeurs sur la notion de vecteur (**v**).

Le code **ecvB** correspond à l'analyse regroupant tous les épisode (**ec**) de la séance du professeur B (**B**) sur les vecteurs (**v**).

		analyse de tâches et d'activités					analyse du discours				
	ana- lyse con- sidé- rée (voir ci-des- sus)	nom- bre d'axes retenus	inertie des axes retenus	épi- sodes mal repré- sentés	para- mètres mal repré- sentés	para- mètres cons- tants sur les épiso- des con- sidérés	nom- bre d'axes retenus	inertie des axes retenus	épi- sodes mal repré- sentés	para- mètres mal repré- sentés	dis- cours ab- sents (sur les 27 possi- bles)
séance par séance	ecfb	2	49%	11%	6%	19%	2	49%	0%	26%	15%
	ecfB	2	57%	33%	6%	28%	2	61%	0%	25%	26%
	ecfM						2	63%	0%	5%	30%
	efM	2	50%	0%	0%	31%	2	63%	20%	11%	33%
	ecfR						2	63%	14%	14%	19%
	efR	2	67%	0%	0%	26%	2	68%	0%	14%	19%
	ecvb						2	41%	0%	24%	7%
	evb	2	60%	25%	12%	20%	2	45%	13%	33%	11%
	evb- evbμ						2	48%	14%	29%	11%
	evbμ	2	73%	0%	3%	50%	2	54%	17%	21%	11%
	ecvB						2	64%	0%	8%	11%
	evB	2	67%	20%	3%	40%	2	65%	20%	5%	26%
	ecvM						2	41%	9%	13%	11%
	evM	2	50%	13%	11%	29%	2	51%	0%	9%	15%
	evM- evMμ						2	56%	0%	9%	15%
	evMμ	2	53%	29%	5%	36%	2	70%	0%	5%	23%
prof par prof	ecvR						2	40%	8%	27%	4%
	evR	2	43%	9%	8%	17%	2	40%	18%	15%	4%
	ecfvb						2	34%	16%	31%	4%
	efvb	3	43%	6%	2%	0%	3	46%	6%	12%	7%
	efvb- ecfvB						2	31%	19%	32%	7%
	efvB	3	45%	0%	5%	3%	2	43%	0%	15%	4%
	efvB- efvBμ						2	41%	27%	32%	7%
	efvBμ	3	51%	0%	2%	11%	2	43%	10%	22%	15%
	ecfvM						3	59%	0%	10%	22%
	efvM	2					2	39%	6%	15%	4%
	efvM- efvMμ						2	42%	8%	24%	7%
	efvMμ	2	33%	23%	16%	9%	2	43%	8%	20%	7%
notion par notion	ecfvR						2	nc	20%	26%	19%
	efvR	3	43%	6%	7%	7%	2	37%	22%	31%	4%
	ecf						3	37%	13%	31%	4%
	ef	3	33%	8%	15%	2%	3	43%	24%	19%	4%
notion par notion	ecv						3	44%	19%	27%	4%
	ev	3	27%	19%	16%	8%	3	37%	9%	41%	0%
		3	27%	19%	16%	8%	3	34%	8%	48%	0%

ANNEXE 4

**ANALYSE DES TACHES ET ACTIVITES,
DIFFERENTS PARAMETRES ET VALEURS POSSIBLES.**

Exemple

n° du paramètre (codages possibles) [séparations des valeurs quantitatives, ou remarques]	n° d'ordre du paramètre1 nom du paramètre	Différentes valeurs possibles, (la(les) lettre(s) soulignée(s) correspond(ent) au codage), (× / Ø correspond à une alternative vrai / faux, oui / non, présent / absent codée 1 / 0 le codage 1 étant attribuée à la valeur du paramètre indiquée ne remarque dans la première colonne).
--	---	---

première dimension possible : contexte mathématique de la tâche.		
11 (p,t,ku,sv,dv,v,dc,pp,tr,tl,tg,eg,f,a)	1 notion étudiée dans le cours	vecteurs : parallélog / translation / <u>ku</u> / somme <u>sv</u> / différence <u>dv</u> / généralité, égalité, notation (<u>v</u>). Fonctions : <u>d</u> éfinition, <u>c</u> ontinuité / <u>p</u> arité, <u>p</u> ériodicité / <u>tab</u> <u>var</u> / <u>tab</u> <u>val</u> / <u>tracé</u> du <u>grap</u> he / <u>étude</u> du <u>grap</u> he / <u>généralité</u> <u>fonctions</u> / <u>algorithme</u>
12 (e,r,f)	2 nature de ce concept	F/FUGS/RAP/Ext
13 (00,05)	3 niveau de conceptualisation	0 / 1 / 2 / ... éventuellement 1/2
14 (t,b)	4 outil/objet	t / b
15 (g,ef,a)	5 cadre principal de la notion dans l'épisode	géométrie affine / géométrie <u>analytique</u> / <u>étude</u> de <u>fonction</u> / <u>algorithme</u>
16	6 existence de plusieurs cadres dans l'épisode	× / Ø
17 (g,l,p,c)	7 registre principal de la notion dans l'épisode	graphique / <u>littéral</u> / <u>plusieurs</u> / langue <u>courante</u>
18 (c,i0,i5,r,v,a)	8 Type de problème	étude de configuration (i) : parallél <u>i1</u> , ortog <u>i2</u> , <u>concour</u> <u>i3</u> , <u>cocyc</u> <u>i4</u> , mesures <u>i5</u> , alignements <u>i6</u> , autre <u>i0</u> / <u>lieu</u> / <u>optimiser</u> / <u>construire</u> / <u>transfo</u> / calcul de <u>valeur</u> / manipulation <u>algébrique</u> / <u>réflexion</u>
19 (00,05,10)	9 nouveauté à ce niveau	× / ½ si notion récente / Ø
Deuxième dimension possible : scénario didactique, contrat.		
contexte :		
211 (1,2,3)	10 place du cours dans l'année	1er trim=0, 2ème trim=1/3, 3ème trim=2/3 et post=1
212 (p,i,a)	11 place de la séance dans le cours	séance préliminaires / exercices d'intro / exercices après / cours
213 (1,2,3) [0-1/3-2/3-1]	12 place de l'épisode dans la séance	n° de l'épisode ÷ nombre d'épisodes

214 (1,2,3) [idem]	13	temps restant dans la séance au début de l'épisode	% de la durée totale
scénario :			
221 (1,2,3) [0-4-7- +]	14	durée de l'épisode	en minutes
222	15	préparation à la maison	\emptyset / \times
223 (0,i,c)	16	(re)recherche en classe, (re)travail (justification...)	Individuel / Groupe / Classe / \emptyset
224 [3cc]	17	temps de (re)recherche en classe maximum	il existe un silence de plus d'une minute 2 / toujours moins de quelques sec 0 / sinon 1
225 (0,e,p)	18	qui écrit au tableau ?	Élève seul / Élève et prof / Prof / \emptyset
226(m,d)	19	type de correction	magistral / dialogué / ...
227(i,s,p)	20	Exercice isolé ou dans une suite logique	Isolé / Suite d'exercices / problème
228 (1,2,3) [<2/3,4/+]	21	exercice répété (dans la séquence), gamme	nombre de répétition / \emptyset
contrat (à repérer dans le document d'accompagnement ou dans la vidéo) :			
231	22	justification demandée ou au moins donnée dans l'épisodes	\times / \emptyset
232	23	le prof passe dans les rangs pour regarder le travail des élèves	\times / \emptyset
233(v,p, f,c,o)	24	exigences particulières	vocabulaire / prise de parole / tenue / travail fait / cours su
Troisième dimension possible : analyse des solutions possibles			
ouverture de l'énoncé :			
311 [ouverte]	25	question ouverte	$\times / \emptyset / \frac{1}{2}$ si vrai faux ou si l'existence est admise et l'objet est à trouver.
312	26	Il existe plusieurs méthodes et le choix est libre	\times / \emptyset (si mathématiquement pas le choix alors " \emptyset ")
313	27	Il existe plusieurs outils et le choix est libre	\times / \emptyset (si mathématiquement pas le choix alors " \emptyset ")

314	28	Il existe plusieurs cadre et le choix est libre	\times / \emptyset (si mathématiquement pas le choix alors " \emptyset ")
315	29	Il existe plusieurs registre et le choix est libre	\times / \emptyset (si mathématiquement pas le choix alors " \emptyset ")
316	30	Il existe un chgt de point de vue et il n'est pas indiqué	\times / \emptyset (si mathématiquement pas le choix alors " \emptyset ")
32 [3cc]	31	initiative globale	très ouvert 2 / quelques libertés 1 / \emptyset
33	32	Habillage, modélisation	\times / \emptyset
34(d,s,n, e,c,0)	33	quel type de raisonnement est possible ?	Absurde / Récurrence / Direct, logique / analyse - synthèse / numérique / exemple et contre exemple / directe contextualisé / \emptyset
35	34	décontextualisé	\times / \emptyset
36(d,p,0, a,c,t)	35	A quel(s) type(s) d'outil(s) mathématiques fait-on appel ?	théorème / définition / propriété / analogie / construction / \emptyset
37(c,n,t, v,r,l,e,g, 0,d,x,i)	36	production demandée	Graphique / Tableau / Démonstration / Construction / QCM / numérique / réflexion / vrai - faux / interpréter, lire un dessin, un graphique / écrire / exemple et contre exemple / \emptyset
Quatrième dimension possible : activité des élèves a priori.			
entrée dans la tâche :			
411	37	reconnaître	\times / \emptyset
412	38	conjecturer	\times / \emptyset
413	39	interpréter	\times / \emptyset
résolution, démonstration :			
421 (t,m,d)	40	connaissances	Nouveau / Mobilisable / Disponible / Technique
422(cf.37)	41	Production demandée	Graphique / Tableau / Calcul / Démonstration / Construction / QCM...
423	42	Pour démontrer : adapt, transfo, select, perte d'inf	\times / \emptyset
424	43	Pour démontrer : mise en rel, anal, interp, lien av autre	\times / \emptyset
425	44	Y a-t-il un intermédiaire à introduire (notation...)	\times / \emptyset
nouveau :			
[4260=n 4261=o]	45	la situation est nouvelle	\times / \emptyset
[4262=n 4263=o]	46	la question est nouvelle	\times / \emptyset

implicite :		
43(e,c,p, v,0,n)	47 exemple de moyen de contrôle	numérique / cohérence partielle / visuel, perceptif, ordre de grandeur / externe, contrat / exemple / Ø
Cinquième dimension possible : attentes de l'enseignant (connues ou explicités).		
51	48 difficulté supposée	x / Ø
52	49 mise en garde prévue	x / Ø
53(c,t,m)	50 objet de l'apprentissage	technique / méthode / connaissance / ...
54	51 réviser	x / Ø
55	52 réactualiser (réviser en ajoutant, en modifiant quelque chose).	x / Ø
56	53 introduire	x / Ø
57	54 familiariser	x / Ø
Sixième dimension possible : Gestion dans la classe.		
61(0,p,d)	55 justification données ? par qui ?	Ø / prof («oui, parce que...»)/ dialogue («oui, pourquoi ?»)/ élève
62(1,2,3) [0-11,3- 13,2-+]	56 parole par minute	longueur de l'analyse de discours / temps
63	57 fermeture	x / Ø
64	58 triche	x / Ø
65(n,g,m)	59 interrogation des élèves	Ø / global / nominatif / mixte
66	60 Les idées des élèves sont reprises	x / Ø (pas d'idée = Ø)
Septième dimension possible : Activité des élèves dans la classe.		
	La classe tourne	x / Ø
71	61 D'autres élèves que les élèves sollicités interviennent	x / Ø
72(r,p,0)	62 Les élèves expriment des idées ou "seulement" des résultats	Ø / résultat / plus

ANNEXE 5

EXEMPLES DETAILLES DE CODAGE ET D'ANALYSE D'UN EPISODE.

Plan de l'annexe :

<i>Plan de l'annexe :</i>	xx
<i>Présentation de la séance et de l'épisode en question</i>	xx
<i>Analyse des tâches et activités</i>	xxvii
Codage.....	xxvii
Place de l'épisode dans l'analyse factorielle des tâches et activités de la séance.	xxviii
<i>Analyse de discours</i>	xxxii
Découpage du discours selon les trois dimensions étudiées.	xxxii
Résultats statistiques bruts obtenu.	xxxvi
Place de l'épisode dans l'analyse factorielle du discours de la séance.	xxxix

Présentation de la séance et de l'épisode en question.

L'épisode choisi est le troisième épisode de la séance sur les fonctions du professeur B. Il a été choisi simplement pour l'hétérogénéité de son discours⁹.

La description de la séance apparaissant dans le compte rendu d'analyse présenté au chapitre C, s'appuie essentiellement sur le travail du *responsable vidéo*¹⁰ et sur son *document d'accompagnement*, elle est influencée par la séance d'ethnométhodologie et les analyses globales de scénarios correspondantes.

Je donne ci-dessous quatre documents : le premier est le document d'accompagnement de la séance (ci-dessous), le second est l'énoncé du manuel (utilisé par le professeur b qui travaille avec B), le troisième l'énoncé utilisé par le professeur (inspiré du manuel) et le quatrième est la présentation proposée dans le compte rendu d'analyse (page xxvi).

• Document d'accompagnement :

Visite [du professeur B] le mardi 9 Avril 1996, classe de seconde au lycée (...)

La leçon présentée portait, en classe entière, sur la fonction carré.

Précisions données par le professeur sur les travaux effectués précédemment et ceux restant à faire par la suite :

Les fonctions avaient été commencées dès le début de l'année : présentations d'exemples issus de la vie courante et de quelques fonctions numériques, représentations graphiques,

⁹ Voir répartition globale du discours pour sa teneur, sa fonction et son objet dans le Tableau 4.

¹⁰ Voir le I du chapitre B, le *responsable vidéo*, membre de l'équipe de recherche de l'IUFM de Versailles, formateur en général, était chargé des contacts avec le professeur, de la mise en place de la séance filmée, des deux interviews du professeur et de la rédaction d'un résumé de ses observations (pendant la séance ou suite aux discussions avec le professeur) : le *document d'accompagnement* (de la vidéo).

images et antécédents, idée intuitive de variations et d'extremums (les définitions avaient été données à ce moment) ; puis un peu plus tard des études d'équations et d'inéquations par résolutions graphiques avaient été faites. En revanche, la parité n'avait pas été du tout mise en évidence.

Les fonctions linéaires et affines furent par la suite abordées (en liaison avec l'étude de droites et le signe du binôme).

Pendant quelques mois l'étude des fonctions était restée en sommeil. Elle fut reprise quelques semaines avant cette séance par la présentation de fonctions affines par morceaux puis la valeur absolue : à cette occasion fut remarquée la symétrie de la courbe représentative de cette dernière et alors évoquée l'idée de parité. A remarquer que les fonctions affines par morceaux et des questions d'optimisation doivent faire l'objet du contrôle prévu pendant la semaine.

A l'issue de la séance à laquelle nous avons assisté doivent être encore étudiées les autres fonctions de référence (cube, inverse, racine carrée) et les fonctions circulaires. Un bilan dans le cahier de cours doit être présenté (sous forme de polycopié) sur la parité et la périodicité (pour avoir d'autres exemples). Les questions d'ensemble de définition avec équations et inéquations pourront aussi être évoquées. Pour étudier les variations de fonctions quelconques on utilisera selon les situations deux méthodes : la différence des images et la composée de fonctions usuelles. Si le calendrier le permet les fonctions associées seront légèrement abordées mais ce n'est pas sûr. En revanche la programmation des fonctions sur calculatrices ne sera pas du tout faite : dans la mesure où les élèves auront besoin ou non suivant les classes où ils seront en première d'instruments performants ou non cette étude est reportée en première.

Circonstances et conditions dans lesquelles s'est passée la séance :

Notre collègue cameraman étant arrivé plus tard que prévu, il n'a pu installer son matériel à l'avance : les dix premières minutes de l'heure ont donc justement servi à cette installation ; les élèves étaient dans la salle et attendaient, assis à leurs places, en bavardant ; le professeur attendait au tableau pour commencer que tout soit prêt.

Nous étions au lendemain du week-end de Pâques, le mardi à 9 heures : les élèves avaient donc de longs souvenirs à se raconter...

Une activité présentée sous forme de feuille polycopiée fut distribuée en début d'heure (voir feuille jointe) et a constitué le travail complet de cette séance : il s'agissait de mettre en évidence les propriétés importantes et traditionnelles de la fonction carré (tableau de valeurs, courbe, parité, variations, extremums) à l'aide de sept questions. Sur cette même feuille figuraient les questions similaires sur la fonction cube. Les élèves devaient travailler pendant la séance sur leur cahier d'activités.

Impressions personnelles :

Le travail proposé va être fait de façon régulière : pas une seule fois le professeur paraîtra importuné par le retard pris en début d'heure. Il gardera durant toute l'heure une attitude égale avec une apparente sérénité. Il n'y a pas d'impression d'accélération pour regagner le temps perdu. Seules sur la fin les questions relatives aux extremums paraîtront un peu

bousculées. En résumé : il n'y a pas de problème de retard, semble-t-il, pour le professeur et j'ai l'impression qu'il veut donner également ce sentiment à tous ses élèves (par son calme).

En tout début de séance le futur contrôle commun (trois jours plus tard) est rappelé : cela ne semble pas poser de problème particulier aux élèves, on passe à l'activité immédiatement alors que les discussions entre élèves commencées auparavant ne sont pas terminées.

Les travaux sont faits par le professeur au tableau (il tient le tableau) tandis que les élèves doivent chercher à leur place.

Le professeur se déplace également dans la salle de façon calme pour voir auprès de chacun comment cela se passe; elle prononce également plusieurs phrases du type "ceux qui n'ont pas fini, il faut accélérer le mouvement, on les attend" ; mais cela ne signifie pas qu'il y ait de brutales accélérations pour les faire se dépêcher. Elle déclare encore en fin d'heure : "j'attends un petit peu mais il ne faut pas perdre trop de temps".

A l'occasion de la construction de la courbe le professeur contrôle notamment les dessins des élèves, elle dit par exemple : "attention à ce qui se passe au voisinage de O " ou "faites attention, il faut faire un arrondi" ou "la courbe est tangente à l'axe des abscisses" ce qui signifie que c'est elle qui, au fur et à mesure, apporte l'information ; elle dit encore : "les axes ne sont pas orientés dans les deux sens". Des remarques sont faites également sur les unités inégales sur un axe mais sans insister.

Les élèves à leurs places me paraissent en double occupation : ils travaillent sur l'activité proposée mais aussi ils entretiennent leurs conversations personnelles : cela entraîne un certain brouhaha.

Sur le tableau la courbe tracée est en rouge par rapport au repère blanc.

Le travail sur le tableau de valeurs et la courbe a pris environ dix minutes.

Le professeur pose régulièrement des questions pour résoudre ce qui est demandé ; on ne peut pas toujours, dans le bruit, entendre certaines réponses correctes avancées par des élèves. C'est donc régulièrement le professeur qui propose les réponses et rythme le travail de l'heure. L'avancée du travail dans l'heure va également de pair avec une certaine mise au travail des élèves : leurs conversations s'estompent plutôt avec le temps.

Le travail mathématique présenté est toujours précis, les démonstrations effectuées peuvent l'être par plusieurs méthodes, pratiquement toujours avancées par le professeur.

La symétrie de la courbe, par exemple, est totalement mise en évidence par le professeur (comme le demandait la troisième question du polycopié) : deux méthodes sont proposées pour établir que les points $M(x, x^2)$ et $N(-x, (-x)^2)$ définissent une droite (MN) perpendiculaire à l'axe des ordonnées : elles reviennent à utiliser soit la colinéarité soit $xx' + yy'$. La méthode par la colinéarité est déclarée "la plus simple" par l'enseignant. Le cas $x = 0$ n'est pas envisagé.

La présentation de ces démonstrations demande donc que tout le travail vectoriel nécessaire ait déjà été traité dans le programme (elle ne peut donc être faite en début d'année).

Un élève remarque que "l'axe des ordonnées est médiatrice de $[MN]$ ". Le professeur évoque alors la réflexion d'axe (Oy) qui peut être mise en évidence.

Le professeur demande quelle autre courbe possède le même type de symétrie et obtient la représentation de la valeur absolue. Il demande ensuite quelles fonctions possèdent cette propriété et avance d'elle-même assez vite la réponse : fonction paire.

Elle demande ensuite quelles autres fonctions possèdent cette même propriété et obtient les fonctions constantes (réponse acceptée), puis $\sqrt{-x}$.

Le professeur demande si la fonction cube possède cette même propriété en se tournant plutôt me semble-t-il d'un côté de la classe : peu de réponses claires (la fonction n'est pas encore étudiée).

Pour les variations le professeur rappelle qu'en regardant le dessin on peut les estimer mais qu'il s'agit ici de le démontrer en utilisant des connaissances précédentes (qui doivent être disponibles pour le contrôle).

Un élève évoque les coefficients directeurs : il lui est rappelé que cela concerne les fonctions affines.

Le professeur rappelle que pour comparer deux nombres (ici x^2 et x'^2) il faut penser à la différence puis qu'avec $x^2 - x'^2$ on reconnaît une identité remarquable. Ensuite il propose l'étude de signes utile pour conclure.

Le professeur dit que : "d'après la symétrie de la courbe, on en déduit que f est décroissante sur $] -\infty, 0]$ ".

Le tableau de variations est alors établi.

Le professeur rappelle que la valeur où le sens de variations change est 0, et qu'on retrouve avec les flèches du tableau de variations au dessus de 0 que f est positive. A partir de là se met en évidence le minimum.

Il me semble en résumant cette séance que le travail proposé par le professeur est donc dirigé totalement par elle. Les élèves proposent parfois des réponses mais le savoir reste entièrement du côté du professeur : c'est lui qui apporte l'essentiel des réponses sur lesquelles on va travailler. On avance par les propositions de solutions qu'elle apporte, les élèves suivent au fur et à mesure et se gagnent plutôt au jeu en s'efforçant de bien comprendre. Il n'y a pas de véritable dialogue entre eux qui soit à la base de la progression. Le niveau (insuffisant ?) des élèves ou la qualité d'écoute (médiocre surtout au début) doivent aussi être pris en compte pour comprendre comment s'est passée cette séance ; les questions de la feuille polycopiée ne permettaient pas par ailleurs aux élèves de se lancer dans de nombreuses initiatives personnelles.

Ce qui est écrit au tableau par le professeur est le squelette de ce qui a été étudié et dit pendant l'heure ; elle dit par exemple : "vous notez bien la conclusion". Pour ces élèves de seconde il s'agit d'une véritable prise de notes comparable à celles pratiquées dans des matières plus littéraires et moins souvent en mathématique. Le tableau est donc seulement un support d'informations (ici assez bien tenu) mais qui ne peut être le seul support des notes à inscrire sur le cahier.

Enfin après la sonnerie il est demandé de terminer l'activité du polycopié pour la fois suivante.

A remarquer que pas une seule fois l'enseignant ne m'est apparu impressionné par la présence des caméras et de personnes étrangères.

Précisions recueillies auprès du professeur.

Le professeur confirme que le retard ne l'a pas vraiment gênée : elle a fait exactement ce qu'elle avait prévu dans l'heure, elle confirme cependant que les dernières questions n'ont pu être totalement approfondies faute de temps (surtout celle portant sur le maximum). Dans l'activité présentée l'étude de la fonction cube était bien prévue pour la séance suivante : si on avait fini plus tôt la fonction carrée on serait resté sur elle pour faire un bilan.

Il n'y a pas eu à son avis de moment précis où le travail a pris du fait d'un élève de tournure imprévue et donc aucune improvisation de sa part. Toutes les questions étaient indispensables à traiter et rien ne pouvait donc être éliminé.

Dans le tableau récapitulatif étudié par la suite le cas de l'infini sera évoqué.

Inversement, il n'y avait pas d'autres choses à dire sur le sujet traité. Le mot « parabole » n'est évoqué qu'en passant, ce n'est pas un objectif du programme, il n'y a pas lieu de faire un rapprochement avec les paraboles rencontrées dans la vie de tous les jours.

La classe est immature et présente en ce domaine un retard d'un trimestre environ : il ne s'agit pas d'élèves particulièrement indisciplinés ou désagréables mais de personnes ne sachant pas encore se dominer : les problèmes de livres à apporter, de changements de salles, de présence aux modules ne sont toujours pas totalement résolus à cette date. Il serait impossible avec ces élèves d'envisager des échanges avec d'autres classes. Pour les contrôles (qui les inquiètent souvent) certains comprennent toujours mal le programme de révision. Les tests d'évaluation de début d'année n'étaient pourtant pas si mauvais : le niveau doit être identique aux années précédentes mais le travail inégal.

Le professeur me confirme par ailleurs qu'elle n'a été gênée en rien par les caméras et la présence de personnes inhabituelles dans la salle. Elle a travaillé exactement comme d'habitude et nullement impressionnée. Elle précise d'ailleurs que ses dernières inspections et son admission à l'agrégation ont accru sa confiance.

- Énoncé du manuel :

ACTIVITÉ 1

La fonction carré

Objectif : représenter graphiquement la fonction carré $f: x \mapsto x^2$ et découvrir quelques propriétés de cette fonction.

■ A. Tracé point par point

1° Reproduire et compléter le tableau de valeurs:

x	0	0,1	0,5	1	1,5	2	3	10	-0,1	-0,5	-1	-2	-3	-10
x^2														

2° Placer, lorsque c'est possible, les points obtenus dans le plan muni d'un repère orthonormal (unité graphique : 1 cm).

3° Esquisser la représentation graphique de la fonction carré.

■ B. Propriétés

Dans les questions suivantes, les propriétés seront conjecturées à partir de l'observation de la courbe. Aucune démonstration n'est demandée.

1° La courbe obtenue a-t-elle un élément de symétrie ? Si oui, lequel ?

2° Donner le tableau de variation de la fonction carré sur \mathbb{R} .

3° La fonction carré a-t-elle un minimum sur \mathbb{R} ? Comment cela se traduit-il graphiquement ?

4° La fonction carré a-t-elle un maximum sur \mathbb{R} ? Comment cela se traduit-il graphiquement ?

• Énoncé du professeur :

2nde

Activité : Fonctions usuelles

I Fonction Carré

$$f: x \mapsto x^2$$

Soit (C) sa représentation graphique dans un repère orthonormal (O, \vec{i}, \vec{j}) .

1) Compléter le tableau de valeurs suivant :

x	-4	-3	-2	-1	-0.5	0	0.5	1	2	3	4
f(x)											

2) Placer les points obtenus dans le repère (O, \vec{i}, \vec{j}) .

3) Soit M et N deux points de la courbe (C) d'abscisses respectives x et $(-x)$.
Calculer les ordonnées de M et de N en fonction de x . Que remarque-t-on ?
Calculer les coordonnées du milieu H de $[MN]$.
Vérifier que $(MN) \perp (Oy)$.

En déduire une transformation géométrique qui transforme M en N.

4) (C) admet donc (Oy) comme axe de symétrie.
Quelle autre fonction connaît-on qui possède la même propriété ?

5) Étudier les variations de f sur $[0; +\infty[$.

En déduire les variations de f sur $] -\infty; 0]$ et dresser le tableau de variation de f .

6) La fonction carré a-t-elle un minimum sur \mathbb{R} ? Comment cela se traduit-il graphiquement ?

7) Mêmes questions pour un maximum.

II Fonction Cube

$$f: x \mapsto x^3$$

Soit (C) sa représentation graphique dans un repère orthonormal (O, \vec{i}, \vec{j}) .

1) Reprendre les questions 1, 2 et 3 pour cette fonction.

2) (C) admet donc O comme centre de symétrie.
Quelle autre fonction possède la même propriété ?

3) Étudier les variations de f sur $[0; +\infty[$, puis sur $] -\infty; 0]$ et dresser le tableau de variation de f .

4) La fonction cube admet-elle sur \mathbb{R} un minimum ? un maximum ?

Présentation de la séance dans le compte rendu d'analyse et découpage en épisodes :

Je rappelle ici que le professeur b travaille en parallèle avec le professeur B (même progression au cours de l'année, mêmes énoncés d'activité, contrôles communs...).

La séance a lieu au troisième trimestre, les fonctions ont été déjà évoquées épisodiquement au cours de l'année par les élèves (exemples, représentation graphique, vocabulaire). Les élèves ont étudié plus précisément les fonctions linéaires et affines (éventuellement par morceaux) et la fonction 'valeur absolue'. La présente séance est une étude de la fonction 'carré' (elle sera suivie d'étude des fonctions 'cube', 'inverse', 'racine carrée' et des fonctions circulaires). La notion de parité a été abordée à propos de la fonction 'valeur absolue'.

L'énoncé étudié pendant cette séance est inspiré du manuel mais a été retravaillé par le professeur (le professeur b travaille, lui, directement sur le manuel), les modifications apportées vont dans le sens d'une précision des questions (suppression des points hors feuille dans le tableau de valeur, rajout de la démonstration de la symétrie de la courbe, étude des variations avant le tableau). Le professeur distribue l'énoncé en début de séance, les élèves n'ont pas préparé le travail chez eux. Il s'agit d'une séance en classe complète, les élèves sont d'un niveau "identique aux années précédentes", "pas si mauvais" (dixit le professeur) et sont très "dissipés" et "immatures" pendant la séance (aux dires du responsable vidéo), c'est la première séance après le week-end de Pâques. C'est la même classe qui est face au professeur dans l'autre séance observée (sur les vecteurs).

L'étude de la fonction commence par le remplissage d'un tableau de valeurs, les points doivent être reportés ensuite sur le graphique (sans précision d'échelle), puis la courbe est tracée (ce n'est pas demandé dans l'énoncé mais il s'agit d'un oubli que le professeur corrige oralement). La troisième question guide les élèves, au travers d'une démonstration analytique, vers la symétrie de la courbe (sans l'annoncer à l'avance). Les variations sont étudiées en deux parties : étude sur $[0, +\infty[$ puis utilisation de la symétrie et tableau de variation. Enfin, on s'interroge sur les éventuels minimum et maximum de la fonction (faute de temps, le cas du maximum ne sera pas abordé).

Le découpage en épisodes retenu est le suivant (cette séance comporte 6 épisodes, aucun n'a été classé comme cours) :

Épisode 1	Tableau de valeurs (quelques secondes) et tracé de la courbe.	9 mn
Épisode 2	Étude analytique de la symétrie.	13 mn
Épisode 3	Autres fonctions ayant la même propriété.	7 mn
Épisode 4	Étude des variations de la fonction sur $[0, +\infty[$.	8 mn
Épisode 5	Tableau de variation.	5 mn
Épisode 6	Étude d'un éventuel minimum de la fonction.	3 mn

Analyse des tâches et activités.

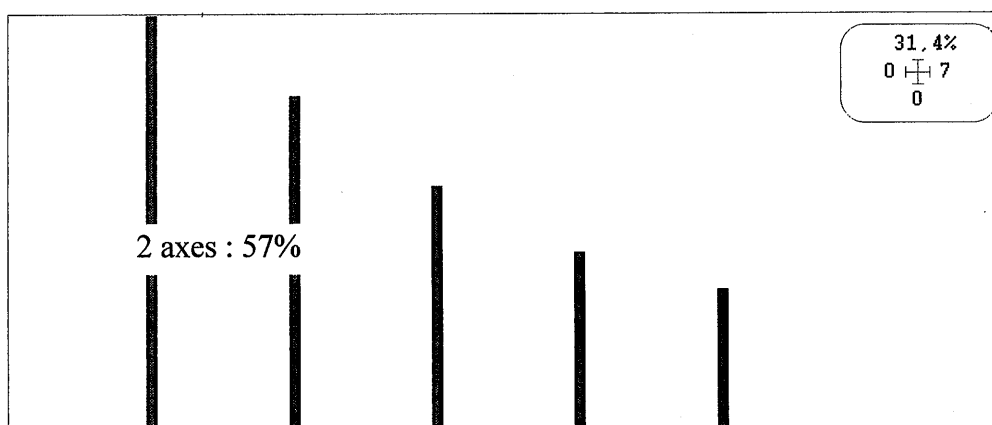
Codage.

Voir pages xlvi et xlvii, ligne fB3.

Place de l'épisode dans l'analyse factorielle des tâches et activités de la séance.

Je présente ici trois schémas : le premier donne juste les valeurs des valeurs propres de l'analyse (voir annexe 2 pour son utilisation), le second est le plan factoriel faisant apparaître l'épisode 3 au sein de l'organisation de la séance fB, et le plan factoriel structurant les paramètres de la séance¹¹.

Schéma 3 : valeurs propres de l'analyse.



¹¹ Tous ces schémas sont obtenus à l'aide du logiciel ADE-4 (ref).

Schéma 4 : projections des épisodes sur le plan factoriel.

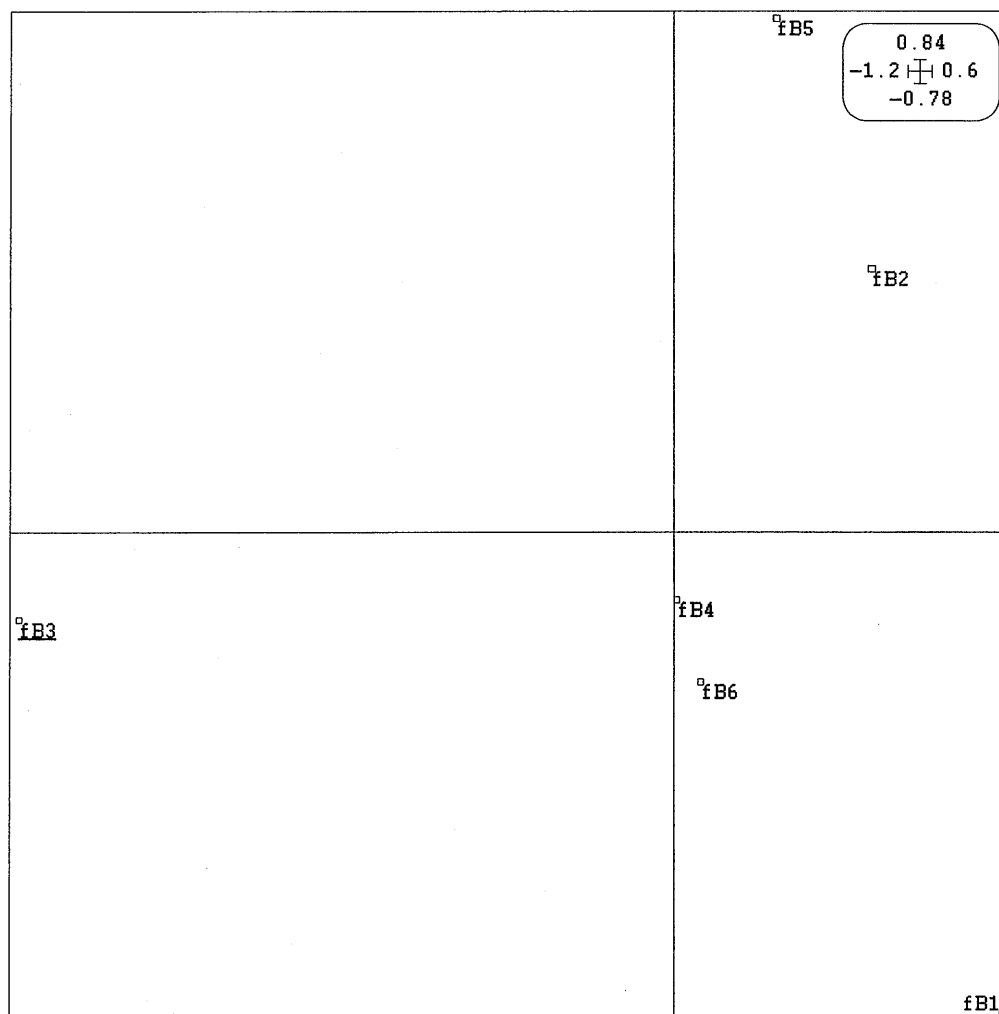
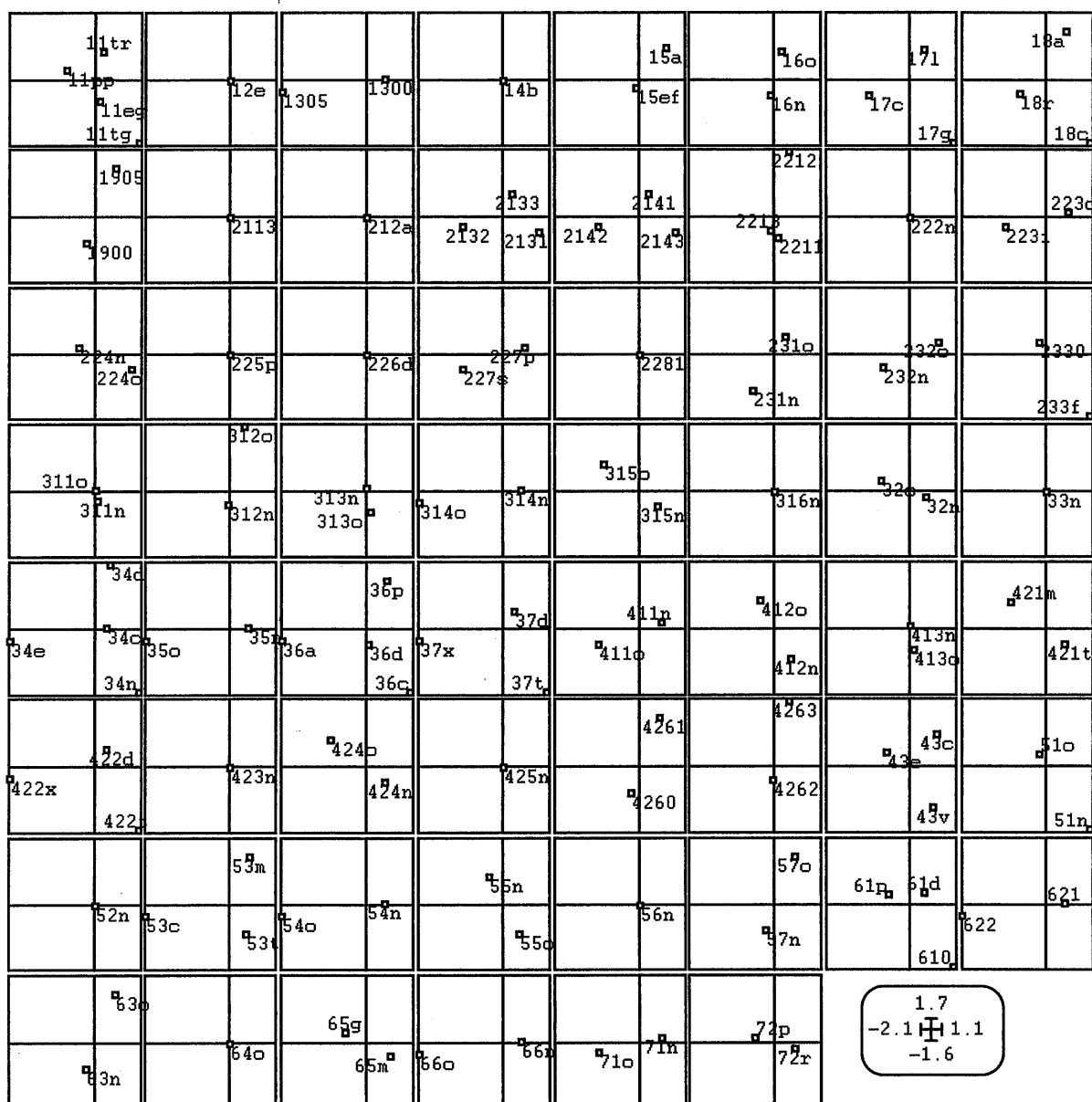


Schéma 5 : projections des valeurs de chaque paramètre sur le plan factoriel.



Les codes des paramètres sont donnés dans l'annexe 4 page xiv, ils sont repris dans le compte rendu ci-dessous.

L'interprétation de ces trois schémas dans le compte rendu de la séance est la suivante :

Une seule ACM a été nécessaire pour analyser cette séance.

Représentativité des facteurs étudiés.

Inertie cumulée des facteurs retenus : 57% (% de l'inertie totale).

Paramètres mal représentés par ces facteurs : 6% (% des paramètres non constants).

Épisodes mal représentés par ces facteurs : 2/6. C'est une proportion importante.

Hétérogénéité des épisodes et paramètres constants.

16 paramètres, sur les 58 représentés, ont la même valeur sur tous les épisodes considérés (proportion normale par rapport aux autres séances).

Les 6 épisodes se déroulent au troisième trimestre [211 3], après le cours [212 a] correspondant. Les notions sont toutes abordées comme des extensions [12 e], et en tant qu'objet [14 b]. Les exercices ne sont pas préparés à la maison [222 o], le professeur (et lui seul) écrit systématiquement au tableau [225 p], la correction est "dialoguée" [226 d] (et le professeur "triche" [64 o]).

Les exercices ne sont pas répétés [228 1]. Ils ne présentent pas les difficultés suivantes : changement de point de vue [316 n], adaptation ou transformation nécessaire [423 n], intermédiaire à introduire [424 n].

Interprétation du premier facteur.

Le premier facteur oppose deux types d'épisodes selon trois grands groupes de caractéristiques.

Les premiers épisodes (...) sont plus décontextualisés [35] (les raisonnements sont plus d'ordre logique [34]), les notions sont plus conceptualisées [13], doivent être mobilisables [421] (il y a un travail de reconnaissance [411], de conjecture [412], de mise en relation [424]). Le professeur veut transmettre des connaissances [53].

Dans ces épisodes c'est le professeur qui parle [226], il parle beaucoup [62], il y a moins de recherche [224], de justification pour les élèves [61] (le professeur éprouve moins le besoin de fermer les questions que dans les autres épisodes [63]). Globalement, les exercices traités semblent plus ardues (cadre [314] et registre [315] libre, initiatives à prendre [32]...). Les élèves parlent peu mais la qualité de leurs interventions n'est pas en reste : ils se permettent plus d'intervenir sans être sollicités [61], ils proposent plus que de simples résultats [72], leurs idées sont reprises plus systématiquement par le professeur [66].

Les épisodes du second type utilisent des connaissances à un niveau technique [421] (il n'y a d'ailleurs rien à reconnaître [411], à conjecturer [412], pas de mise en relation à faire [424]), à un niveau de conceptualisation bas [13], les raisonnements sont très contextualisés [35]. Le professeur vise à enseigner [53] des méthodes ou des techniques (et pas des connaissances). Ces épisodes se déroulent dans le registre littéral ou du graphe [17], il s'agit de [18] construire, de tracer le graphe ou le tableau de variation d'une fonction.

Ces épisodes portent sur des notions plus récentes [19], la situation dans laquelle elles sont abordées est nouvelle [426]. Le professeur ne cherche d'ailleurs pas simplement à faire réviser (comme dans les autres épisodes) mais à familiariser ou à réactualiser [54, 55, 56, 57]. Ces épisodes sont en début ou en fin de séance [12, 13].

Ils semblent beaucoup plus encadrés. Non seulement parce que le professeur passe dans les rangs [232] et fait attention à ce que le travail soit fait [233], mais aussi parce qu'il demande des justifications aux élèves [61] (dans les autres épisodes il y a moins de justification [231] et c'est le professeur qui les donne [61]), il parle moins [62], interroge plus souvent les élèves par leur nom [65].

Interprétation du second facteur.

Le second facteur oppose assez clairement des épisodes portant sur le graphe de la fonction (tracé, étude) à des épisodes portant sur le tableau de variation ou l'étude de la périodicité, de la parité [11].

Les épisodes "graphiques" (...) mobilisent des connaissances anciennes [19] à un niveau technique [421]. C'est le début de la séance [213, 214]. Le type de situation et les questions posées sont aussi connues [426]. Le professeur juge ces exercices comme facile [51], il cherche à faire acquérir des connaissances [53], et, bien qu'il ne passe pas dans les rangs [232], il tient à ce que le travail demandé soit fait [233] (le travail n'a pas été préparé à la maison [222]). Peu de justifications sont données [231].

Les épisodes dans un registre plus littéral sont jugés plus difficiles [51] par le professeur (il ferme d'ailleurs les questions [63]). Elles font appel à des connaissances à un niveau mobilisable [421]. La méthode et le registre sont libres [312, 315], il faut faire des conjectures et des mises en relation [413, 424]. Les justifications sont plus fréquentes [231] et se présentent sous forme de démonstration [37]. Le professeur cherche à faire acquérir des méthodes [53]. C'est la fin de la séance [213, 214].

Bilan sur la séance.

Le premier axe oppose donc des épisodes (plutôt en milieu de séance) aux exercices plus difficiles et théoriques mais que le professeur corrige (avec quelques interventions de qualité côté élève), à des épisodes plus contextualisés sur des notions plus récentes ou le professeur semble exigeant quant à l'activité des élèves.

Le second facteur oppose des épisodes dans le registre graphique, sans grande difficulté, à des épisodes plus ardu dans un registre littéral où des démonstrations sont données.

(...)

(...)

Les épisodes se séparent en trois groupes.

- L'épisode 1 est contextualisé, "graphique", facile, sans réelle justification.
- Les épisodes 2 et 5 sont contextualisés, le professeur y est exigeant ; ils sont relativement ardu.
- L'épisode 3 est difficile mais c'est le professeur qui corrige (facteur 1). Il a une position neutre sur le second facteur.
- Les épisodes 4 et 6 ne sont pas représentés sur ce plan factoriel.

Analyse de discours.

Découpage du discours selon les trois dimensions étudiées.

Découpage (selon les trois dimensions de l'analyse du discours du professeur¹²) du troisième épisode de la séance du professeur B sur les fonctions¹³.

Liste des abréviations :

<u>Objet :</u>		<u>Teneur :</u>	
Lien	L	Discours direct	Dir
Discours contextualisé	C	Discours indirect	Ind
Discours décontextualisé	D	Questions	Q

¹² Un découpage correspondant à chaque analyse est disponible dans le paragraphe III 1) du chapitre B.

¹³ Le texte est celui de la retranscription.

Fonctions :

Information	Inf
Structuration	Str
Argumentation, réflexion	Arg

Longueur :

La longueur est comptée en demi ligne de retranscription (la police de caractère choisie comme "étalon" n'est pas celle utilisée ici mais il doit y avoir une relation de proportionnalité entre les deux longueurs). Un "#" indique que la portion de phrase correspondante est comptée avec une précédente (même codage mais coupure par un élève par exemple).

Texte :

En italique, on retrouve les interventions des élèves (non codées). Les cinq colonnes de gauche correspondent, dans l'ordre, au numéro de la portion de texte sélectionné, à son l'objet, sa fonction, sa teneur et sa longueur.

On lit par exemple pour les trois premières ligne du Tableau 1 :

« Le discours du professeur "Alors, est-ce qu'on a déjà rencontré (...) une fonction qui était similaire ?" a été classé comme une question de structuration sur du lien, la longueur est de 1,5 ».

Tableau 1

1	L	Str	Q	1,5	- Alors, est-ce qu'on a déjà rencontré...
					- <i>Ben oui.</i>
1	L	Str	Q	#	-...une, heu, une fonction qui était similaire ?
					- <i>[brouhaha]</i>
2	L	Str	Ind	2	- On en a pas vu beaucoup de, des fonctions. Donc si vous sa... savez plus laquelle, c'est quand même un peu étonnant.
					- <i>Racine.</i>
					- <i>Non.</i>
					- <i>Racine.</i>
					- <i>Raté.</i>
					- <i>Boh, ben dit donc, hé. C'est Bertrand.</i>
					- <i>Y'a un problème.</i>
					- <i>Linéaire.</i>
3	L	Inf	Ind	0,5	- Non, ni racine, ni linéaire.
4	L	Str	Ind	1	Une fonction qu'on a rencontrée, heu, très récemment.
5	L	Inf	Dir	2	Et qui admet [Oy) comme axe... Enfin, c'est pas la fonction, mais sa représentation graphique... admet [Oy) comme axe de symétrie.
					- <i>Ha ouais.</i>
					- <i>La valeur absolue.</i>
6	L	Inf	Dir	0,5	- La valeur absolue !

7	C	Str	Ind	1,5	Donc, heu, ça va nous permettre, de, de répondre à la question 4, hein. Vous le notez ? Vous le notez ?
8	L	Str	Dir	1,5	Que la fonction carré et la fonction valeur absolue possèdent la même propriété.
					- <i>C'est très bon pour la santé. [!]</i>
9	L	Inf	Q	1,5	- Est-ce que vous vous souvenez, comment, on appelle une fonction, qui possède cette propriété ?
10	L	Inf	Ind	1	On l'a vu déjà à l'occasion de la valeur absolue.
					- <i>Paire.</i>
11	L	Inf	Dir	1	- Paire. On dit que ce sont des fonctions paires.
					Timothé, vous l'avez noté ça ?
					- <i>Non.</i>
12	D	Str	Dir	7	- Que la fonction carré et la fonction valeur absolue avaient, la même, heu, propriété. D'accord ? Cette propriété c'est la symétrie de, de la courbe par rapport à l'axe des ordonnées; et en ce cas on dit que les fonctions sont paires. Donc la fonction carré et la fonction valeur absolue sont des fonctions paires.
13	L	Str	Ind	1	On aura l'occasion d'en rencontrer d'autres.
12	D	Str	Dir	#	Donc leurs représentations graphiques sont symétriques par rapport à, à l'axe des ordonnées.
14	D	Inf	Q	1	Et comment ça se traduit par le calcul ?
15	C	Inf	Q	1	D'où, d'où ça vient qu'en fin de compte on ait cette symétrie ?
16	C	Inf	Q	1	Qu'est-ce qui nous a permis de le constater ?
17	L	Inf	Ind	1	Déjà pour la valeur absolue et maintenant pour le carré...
18	C	Inf	Dir	1,5	C'est que quand j'ai l'image de x , et quand j'ai l'image de $-x$, c'est-à-dire
19	C	Inf	Q	1,5	quand je considère l'ordonnée du point M et l'ordonnée du point N , qu'est-ce qu'on a constaté ?
					- <i>C'est pareil.</i>
20	C	Inf	Ind	0,5	- C'est la même.
21	C	Inf	Ind	1,5	Alors, c'est vrai pour le carré. x au carré c'est pareil que $-x$ au carré. Et c'est vrai pour la valeur absolue
22	C	Inf	Q	1	puisque valeur absolue de x c'est égal à ? Valeur absolue ?
					- <i>De $-x$. [Deux élèves]</i>
23	C	Inf	Dir	0,5	- <i>De $-x$.</i>
24	L	Inf	Ind	3	Donc chaque fois que vous rencontrerez une fonction, chaque fois que vous rencontrerez une fonction qui de x et de $-x$ donne la même image, et ben ce sera une fonction paire.
25	D	Arg	Q	2	Alors peut être, que déjà vous a.. avez des idées pour m'en donner d'autres qu'on n'a pas encore rencontré...
26	C	Inf	Ind	1,5	Et pour lesquelles on va avoir la même propriété. Là, j'ai mis x au carré égale $-x$ le tout au carré.
27	D	Arg	Q	2	Vous connaissez d'autres fonctions de ce type avec d'autres exposants, qui pourraient nous donner un résultat similaire ?
					- <i>Parallèle. Oui. La droite parallèle à la droite des abscisses.</i>
28	C	Inf	Ind	1	- Alors, vous voulez une droite, parallèle... Ha oui, alors là
29	C	Str	Ind	1	évidemment ça marche aussi bien sûr.
30	C	Arg	Dir	2	Si j'ai une droite parallèle à l'axe des abscisses, effectivement tous les points vont avoir la même, heu, ordonnée.
31	C	Str	Ind	1	Donc, heu, c'est vrai. C'est un cas, c'est un cas très simple. Mais
32	D	Str	Dir	1	donc on peut dire la fonction constante. Une fonction constante est

					paire.
33	D	Arg	Q	1	Bon mais un autre exemple un peu plus compliqué quand même,
34	C	Str	Ind	1,5	parce que là c'est extrêmement, extrêmement simple comme fonction.
35	D	Arg	Q	2	Alors qu'est-ce que vous connaissez comme fonction.
36	C	Str	Ind	0,5	Hein, vous pouvez deviner.
35	D	Arg	Q	#	Comme calcul qui, quand on prend un nombre et quand on prend son opposé donne le même résultat.
					- [réponse inaudible]
37	C	Inf	Q	1,5	- Heu, est-ce que je peux prendre la racine carrée d'un nombre et la racine carrée de son opposé ?
					- Non.
					- Non.
38	C	Inf	Q	1,5	- Si je prends racine carrée de x , est-ce que je peux prendre racine carrée de $-x$?
					- Non.
39	C	Arg	Q	0,5	- Pourquoi ?
					- [réponse inaudible]
40	C	Inf	Ind	1	- C'est vrai qu'une racine n'est pas négative mais c'est pas pour ça.
					- Ha!
41	C	Inf	Ind	2	- Là c'est pas la racine qui nous intéresse, c'est ce qu'il y a en dessous. Ca s'appelle le radicaant, puisque sous la racine...
					- Le radicaant.
42	D	Arg	Dir	3	- On ne peut pas prendre, on ne peut pas prendre la racine d'un nombre négatif. Or si je prends x et $-x$, il y en a forcément un des deux qui va être négatif, sauf dans un cas,
43	C	Inf	Q	0,5	c'est quand x ...
					- zéro
44	C	Inf	Dir	1	-... égale zéro. Si x égale zéro, effectivement.
45	D	Inf	Dir	1,5	Mais si x est différent de zéro, c'est pas possible, on pourra pas calculer ses deux valeurs.
46	C	Arg	Q	0,5	Donc la racine carrée ne peut pas ?...
47	C	Inf	Dir	1	Ne peut pas être une fonction paire.
48	L	Str	Ind	1	Mais vous connaissez d'autres,
49	D	Arg	Q	1	heu, d'autres fonctions que racine carrée ?
					- Ouais.
					- Ben vas-y maintenant.
50	C	Inf	Q	4,5	- Bon, regardez la fonction qui suit, dans l'activité. C'est la fonction cube. Est-ce que vous pensez qu'elle va posséder la même propriété ?
					- Non
50	C	Inf	Q	#	- Alors, la fonction cube possède-t-elle ou non la même propriété ? Si j'ai x au cube, est-ce que c'est la même chose que $-x$ au cube ?
					- Non.
					- Non.
					- Ben non.
51	C	Inf	Dir	0,5	- Non.
52	C	Inf	Dir	1	Par exemple 2 au cube...
					- Égale.
52	C	Inf	Dir	#	-... n'est pas égale à -2 au cube, parce que ça $[2^3]$, ça fait 8

53	C	Inf	Q	0,5	et là $(-2)^3$ ça fait ?
					- -8.
54	C	Inf	Dir	0,5	- -8.
55	C	Str	Ind	1	Donc voyez que le cube n'est pas un exemple.
56	C	Inf	Dir	2	Mais peut être que...
					- <i>Puissance quatre</i>
56	C	Inf	Dir	#	- Voilà. Si je prends par contre x ...
57	C	Str	Dir	1	Donc
58	C	Str	Ind	0,5	en général, hein, en général
57	C	Str	Dir	#	x au cube n'est pas, égale à $-x$ au cube.
56	C	Inf	Dir	#	Mais si je prends x exposant 4 et $-x$ exposant 4... là, c'est bon.
					- <i>D'exposant pair.</i>
59	C	Inf	Dir	2	- Voilà. Donc pourquoi on emploie le mot "paire". Tous les exposants pairs vont donner une fonction paire.
					- <i>Il l'a dit Raphaël.</i>
60	D	Str	Ind	3	- Donc c'est pour ça que...
					Ben s'il l'a dit il aurait du le dire plus fort parce que je l'ai pas entendu.
60	D	Str	Ind	#	Donc heu, toutes les fonctions, toutes les fonctions puissance avec un exposant pair donnent de même une fonction paire ; et d'où le mot "fonction paire".
					- <i>On voit pas au tableau.</i>
61	D	Inf	Dir	1,5	- Alors exposant 4, exposant 10. D'accord ? On aura toujours une fonction paire.
62	L	Str	Ind	2	On en verra d'autres mais bon là c'est les exemples les plus faciles à trouver. Et on en rencontrera, heu, qui sont très différentes aussi. Alors... Chuuuuuut. On passe aux questions suivantes.

Résultats statistiques bruts obtenus.

La suite des 63 codages des phrases de l'épisode ci-dessus n'est pas étudiée telle quelle :

Tableau 2

n°	Objet	Fonction	Teneur	Longueur
1	L	Str	Q	1,5
2	L	Str	Ind	2
3	L	Inf	Ind	0,5
4	L	Str	Ind	1
5	L	Inf	Dir	2
6	L	Inf	Dir	0,5
7	C	Str	Ind	1,5
8	L	Str	Dir	1,5
9	L	Inf	Q	1,5
10	L	Inf	Ind	1
11	L	Inf	Dir	1

12	D	Str	Dir	7
13	L	Str	Ind	1
...

Mais je n'ai gardé que les effectifs (en longueur) cumulés de chacune des 27 combinaisons possibles. Et pour des raisons d'homogénéité, je n'ai gardé que les proportions de chaque combinaison¹⁴ (pourcentage calculé par rapport à la somme des longueurs des phrases sur l'épisode, cette somme étant un indice de la "quantité de parole" du professeur pendant l'épisode¹⁵).

Ceci a pour inconvénient d'effacer toute notion de chronologie au sein de l'épisode, on confond alors un épisode où le professeur passe d'un discours contextualisé à un discours décontextualisé et un épisode où le professeur fait le contraire à partir du moment où ces deux épisodes présentent les mêmes proportions (ou des proportions proches en pratique) de discours dans chacune des 27 combinaisons possibles de paramètres. Cet exemple est bien sûr caricatural, deux arguments permettent cependant de passer la difficulté : tout d'abord, la précision du codage est telle qu'il n'est pas troublant a priori de prendre un peu de distance avec le "phrase à phrase" pour avoir un regard légèrement¹⁶ plus global ; par ailleurs, l'analyse de données chronologiques (Tableau 2) est très difficile (traitement du signal par exemple).

Enfin, a posteriori, ce manque de chronologie à l'intérieur d'un épisode ne se fait pas sentir lors de l'interprétation des analyses (voir chapitre C, et notamment les conclusions relatives à la méthodologie à la fin du II et à la fin du III, voir aussi la conclusion).

Chaque épisode est donc caractérisé par 27 proportions, pour l'épisode étudié ci-dessus (Tableau 1) on trouve :

Tableau 3

Objet	Fonction	Teneur	Longueur cumulée	Proportion ¹⁷
Contextualisé	Information	Question	12,5	14%
Contextualisé	Information	Direct	10,5	12%
Contextualisé	Information	Indirect	7,5	9%
Décontextualisé	Information	Question	1	1%
Décontextualisé	Information	Direct	3	3%
Décontextualisé	Information	Indirect	0	0%
Lien	Information	Question	1,5	2%

¹⁴ Encadré gras dans le Tableau 3.

¹⁵ Elle est prise en compte, rapportée au temps de l'épisode, dans l'analyse d'activité

¹⁶ Un épisode ne dure que quelques minutes.

¹⁷ La longueur totale est de 87.

Lien	Information	Direct	3	3%
Lien	Information	Indirect	5,5	6%
Contextualisé	Structuration	Question	0	0%
Contextualisé	Structuration	Direct	1	1%
Contextualisé	Structuration	Indirect	7	8%
Décontextualisé	Structuration	Question	0	0%
Décontextualisé	Structuration	Direct	8	9%
Décontextualisé	Structuration	Indirect	3	3%
Lien	Structuration	Question	1,5	2%
Lien	Structuration	Direct	1,5	2%
Lien	Structuration	Indirect	7	8%
Contextualisé	Argumentation	Question	1	1%
Contextualisé	Argumentation	Direct	2	2%
Contextualisé	Argumentation	Indirect	0	0%
Décontextualisé	Argumentation	Question	8	9%
Décontextualisé	Argumentation	Direct	3	3%
Décontextualisé	Argumentation	Indirect	0	0%
Lien	Argumentation	Question	0	0%
Lien	Argumentation	Direct	0	0%
Lien	Argumentation	Indirect	0	0%

C'est donc cette dernière colonne qui a servi de descriptif du discours du professeur dans l'épisode (et ce pour chaque épisode¹⁸) dans les analyses de données. Pour des analyses statistiques cette signature seule ne suffit pas, elle a été complétée par une fiche statistique sur le modèle suivant.

Tableau 4

f, B, 3		Totaux, tableaux croisés								
	global	Info.	Struc.	Argu.	Cont.	Déc.	Lien	Quest.	Direct	Indir.
effectif	87	44,5	28,5	14	41	26	20	25,5	32	29,5
A	Quest.	Direct	Indir.							
	Info.	15	16,5	13						
	Struc.	1,5	10,5	16,5						
	Argu.	9	5	0						
	Cont.	13,5	13,5	14						
	Déc.	9	14	3						
	Lien	3	4,5	12,5						

¹⁸ Voir l'annexe 6 pages xlvi et xli.

Pourcentages, tableaux croisés

Cont.	Déc.	Lien		Global		Quest.	Direct	Indir.
74%	15%	50%	Info.	51%	Info.	59%	52%	44%
18%	42%	50%	Struc.	33%	Struc.	6%	33%	56%
7%	42%	0%	Argu.	16%	Argu.	35%	16%	0%

B

B'

Info.	Struc.	Argu.		Global		Cont.	Déc.	Lien
34%	5%	64%	Quest.	29%	Quest.	33%	35%	15%
37%	37%	36%	Direct	37%	Direct	33%	54%	23%
29%	58%	0%	Indir.	34%	Indir.	34%	12%	63%

Quest.	Direct	Indir.		Global		Info.	Struc.	Argu.
53%	42%	47%	Cont.	47%	Cont.	69%	26%	21%
35%	44%	10%	Déc.	30%	Déc.	9%	39%	79%
12%	14%	42%	Lien	23%	Lien	22%	35%	0%

Exemples de lecture du Tableau 4:

Points A, A' et A'' : Plus de la moitié du discours est un discours d'information, près de la moitié du discours porte sur des mathématiques contextualisées et un tiers du discours est un discours d'information contextualisée (ce sont des proportions "normales" pendant un épisode de correction d'exercice, ce qui n'est pas le cas ici).

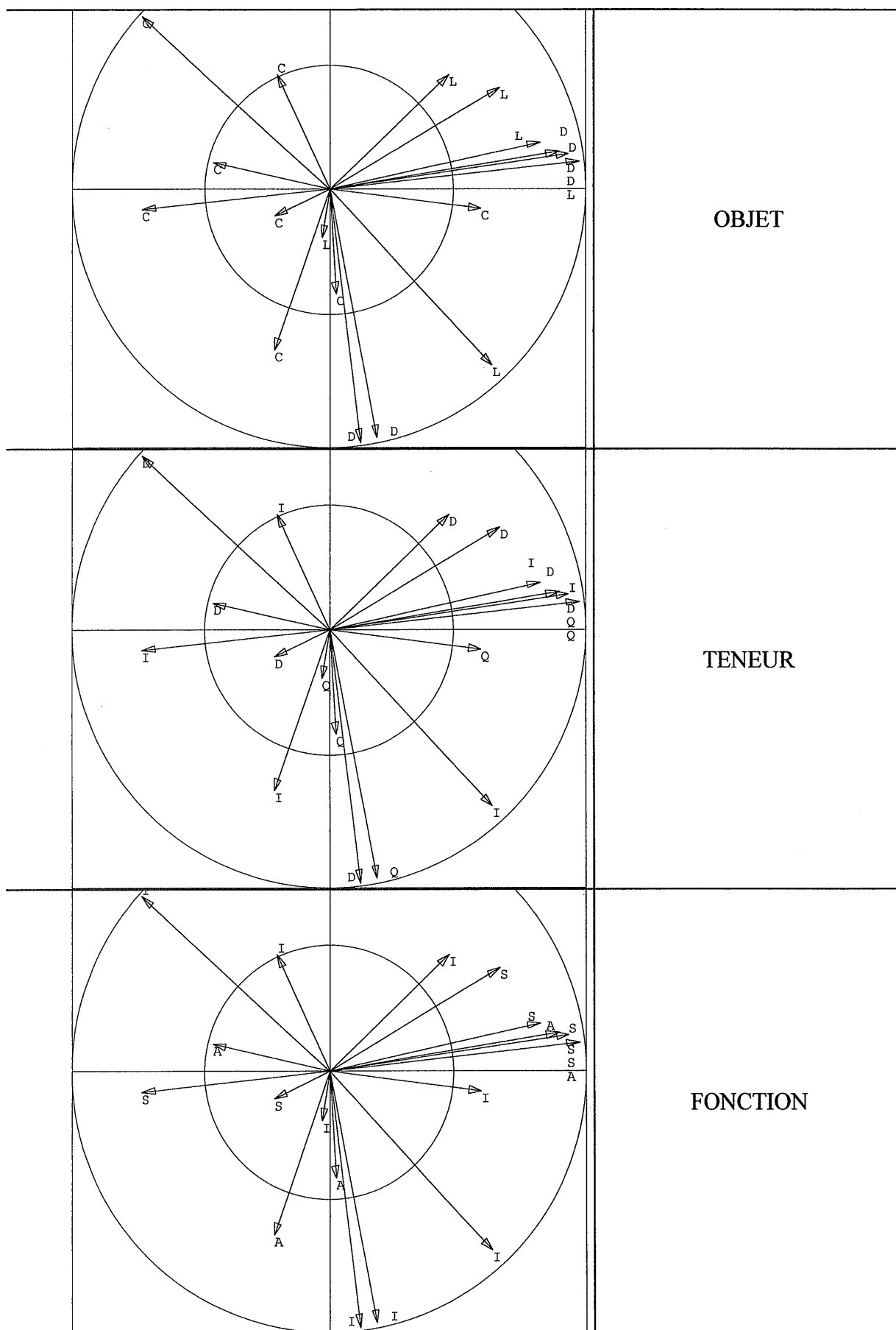
Point B et B' : Alors que dans l'épisode un tiers du discours porte sur la structuration (colonne "Global" au centre du tableau), seulement 6% des questions y ont trait (colonne "Quest."). On voit symétriquement au point B' que, alors qu'un tiers du discours est interrogatif, seulement 5% du discours portant sur la structuration l'est. C'est ce type d'observations, systématisées et corroborées d'autres points de vue, qui avait permis de conclure dans des travaux précédents¹⁹ que le professeur ne dévolue que très rarement la structuration aux élèves.

Place de l'épisode dans l'analyse factorielle du discours de la séance.

Les schémas obtenus pour cette analyse de discours ont déjà été présentés dans l'annexe 2 (voir le Schéma 1 page viiet le Schéma 2 page ix). Je vais présenter ici une version du Schéma 2 plus lisible et permettant une interprétation plus simple.

¹⁹ Lire les étude des quatre séance sur les vecteurs dans Cahier 28 et RDM. (ref)

Schéma 6 : projections des paramètres d'analyses du discours par dimension d'analyse.



Le compte rendu de cette analyse en rédigé ainsi :

Une ACP a servi. Les deux premiers axes représentent 61% de l'inertie totale du nuage. Cette séance contient peu de discours de réflexion et de structuration (et notamment peu de questions sur ces fonctions).

Le professeur semble utiliser indifféremment le discours direct ou indirect sauf en ce qui concerne les mathématiques décontextualisées pour lesquelles il préfère le discours direct.

On trouve nettement trois groupes d'épisodes.

L'épisode 5 présente un discours centré sur l'exercice, il y a peu de questions ; les épisodes 1, 2 et 6 sont flous sur ce plan factoriel mais semblent présenter ces mêmes caractéristiques. L'épisode 1 donne des informations, les épisodes 2 et 5 présentent aussi de la structuration et de la réflexion. L'épisode 6 est intermédiaire.

Le discours du troisième épisode porte peu sur l'exercice lui-même (uniquement des demandes de résultat) mais plutôt sur le lien ou les mathématiques décontextualisées. Le discours sur le lien est associé à des fonctions de structuration (avec questions) ou d'information. Le discours sur les mathématiques décontextualisées est associé aux fonctions de réflexion (avec questions) et de structuration.

Le discours du quatrième épisode est le seul qui porte sur les trois objets. Il y a des échanges de réflexion sur l'exercice et d'information sur les mathématiques. Le professeur donne aussi des informations sur le lien.

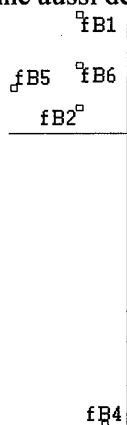


Schéma 7

Étude des discours de la séance "fonction" du professeur B.

Tous les épisodes.

Facteurs :

1 horizontale

2 vertical

ANNEXE 6

DONNEES ISSUES DES ANALYSES LOCALES (ANALYSES DES TACHES ET ACTIVITES ET ANALYSES DU DISCOURS).

Les quatre premières pages suivantes (pages xliv à xlvii) sont composées d'un tableau regroupant les données issues du codage des tâches et activités des épisodes étudiés. On retrouve en abrégé dans la première colonne le nom des épisodes (vM10 étant le 10^{ème} épisode de la séance du professeur M sur les vecteurs) et sur les trois premières lignes le nom des paramètres (dont le détail est décrit dans l'annexe 4 page xiv).

Les épisodes comportant un grand nombre de paramètres non codés (indiqué par un "-"), sont des épisodes d'exposition de connaissances. Les épisodes situés en bas du tableau dont le nom abrégé fini par un T (pat exemple vr7T) correspondent aux tests du codage : pour ces épisodes, le codage a été refait quelques mois après, et les résultats des analyses ont été comparés selon le codage choisi (peu de différences).

Les deux pages suivantes (pages xlviii et xlix) sont composées d'un tableau regroupant les données issues du codage du discours. On retrouve en abrégé dans la première colonne le nom des épisodes (fB7 étant le 7^{ème} épisode de la séance du professeur B sur les fonctions) et sur les trois premières lignes le type de discours correspondant.

Plusieurs lignes ont été ajoutées pour information : pour chaque séance, on retrouvera les proportions de discours de chaque type pour l'ensemble des épisodes classés comme exercices, pour l'ensemble des épisodes classés comme cours (le cas échéant) et pour l'ensemble des épisodes de la séance, on trouvera en bas du tableau 5 épisodes dont le codage a été de nouveau effectué pour tester la stabilité approximativement un an après les premiers codages, les trois dernières lignes regroupent les proportions de discours pour l'ensemble des séances.

[illegible]

	Cinquième axe						Sixième axe						Sept axe			
	Difficulté	mise garde	apprentissage	réviser	réactualiser	introduire	familiarise	don justif	parole / mn	fermeture	triche	interroge	idées élèves	classe tourne	élé sollici	élé exprim
minimum	0	0	###	0	0	0	0	0	6,8	0	0	###	0	0	0	0
moyenne	0,3	0,2	###	0,6	0,3	0,2	0,5	0	12,9	0,4	0,8	###	0,4	1	0,5	0
maximum	1	1	###	1	1	1	1	0	36,8	1	1	###	1	1	1	0
VB1	0	0	c	0	0	1	1	p	9,9	0	1	n	0	1	0	r
VB2	0	0	c	0	0	0	1	p	11,4	0	0	g	0	1	1	r
VB3	1	0	c	0	0	0	1	d	14,8	1	1	g	1	1	0	r
VB4	1	0	c	0	0	1	1	p	11,9	0	1	g	0	0	0	0
VB5	-	-	-	-	-	-	-	-	9,1	-	-	-	-	-	-	-
VB6	-	-	-	-	-	-	-	-	10,9	-	-	-	-	-	-	-
VB7	0	0	c	0	0	0	1	d	9,7	1	1	g	1	1	1	r
VR1	1	1	c	1	1	0	1	d	14,9	0	0	m	1	1	1	p
VR2	0	1	t	1	0	0	1	d	13,1	0	0	m	1	1	1	p
VR3	0	1	c	1	0	0	1	0	12,0	0	0	n	0	1	0	p
VR4	1	1	c	0	0	1	0	d	10,9	1	1	n	0	1	0	p
VR5	0	0	t	1	0	0	1	d	13,5	1	1	m	1	1	1	p
VR6	0	0	m	0	1	0	0	d	13,1	0	1	n	1	1	1	p
VR7	0	0	t	0	0	1	1	p	12,4	0	1	n	1	1	0	p
VR8	0	0	c	0	1	1	0	7,1	0	0	n	0	1	0	0	p
VR9	0	0	c	1	0	1	1	d	13,8	1	0	n	1	1	1	p
VR10	0	0	c	0	0	1	1	d	11,2	1	1	m	1	1	1	p
VR11	0	0	c	0	0	1	1	d	10,0	1	1	n	0	1	0	p
VR12	-	-	-	-	-	-	-	-	11,1	-	-	-	-	-	-	-
vb1	1	0	c	1	0	0	1	p	12,9	1	1	g	0	1	1	p
vb2	0	0	c	1	0	0	1	d	15,3	1	1	m	0	1	0	p
vb3	0	1	t	1	0	0	1	d	18,2	1	1	m	0	1	0	p
vb4	0	1	t	1	0	0	1	d	14,1	0	1	m	0	1	0	p
vb5	1	1	t	1	0	0	1	d	14,4	1	1	m	0	1	0	p
vb6	-	-	-	-	-	-	-	0	13,0	0	0	n	0	1	1	r
vb7	0	0	c	1	0	0	1	d	11,1	1	1	g	0	1	0	r
vb8	1	1	t	1	0	0	1	d	14,3	1	1	m	0	1	1	p
vb9	-	-	-	-	-	-	-	0	12,5	1	1	g	0	1	0	r
vb10	1	1	t	0	0	1	0	0	12,3	1	1	n	0	1	0	p
vm1	0	0	c	1	1	0	0	0	11,0	0	0	n	0	1	0	p
vm2	1	0	c	1	0	0	0	d	11,8	0	1	n	1	1	1	p
vm3	0	0	m	1	0	0	0	d	10,3	0	1	m	0	1	0	p
vm4	0	0	c	1	1	0	0	d	11,7	1	1	m	1	1	0	p
vm5	1	0	c	1	1	0	0	d	10,7	0	0	m	1	1	1	p
vm6	-	-	-	-	-	-	-	0	11,2	0	1	g	1	1	0	p
vm7	0	0	c	1	1	0	0	p	11,3	1	0	m	1	1	1	r
vm8	1	0	c	1	1	0	0	d	12,2	1	1	m	1	1	1	p
vm9	-	-	-	-	-	-	-	0	14,7	0	1	m	0	1	0	p
vm10	-	-	-	-	-	-	-	0	11,3	0	1	m	1	1	1	p
vm11	1	0	t	1	1	0	0	d	36,8	0	1	m	1	1	0	p
fb1	0	0	t	0	1	0	0	p	17,4	0	1	g	0	1	1	r
fb2	0	0	t	0	1	0	0	p	10,7	0	1	m	0	1	0	p
fb3	0	1	t	0	1	0	0	d	13,2	0	0	g	0	1	0	p
fb4	0	0	m	1	0	0	1	d	13,0	0	1	g	1	1	0	p

premier axe										Deuxième axe					Troisième axe										Quatrième axe															
										contexte			scénario					contrat			fermeture							entrée			résolution									
										cours/an	séance/cours	épis/séance	temps restant	durée	(re)recherche	temps	tableau	type cor	Ex isolé	Ex répété	justif deman	rangs	exigences	quest ouv	méth libre	outil libre	cadre libre	reg libre	pt de vue	initiative	Habillage	type rais	décontext	type outil	production	reconnaitre	conjecturer	interpréter	tech...disp	Production
minimum	###	###	0	0,0	###	0,1	6%	02:00	0	0	0	0	###	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	###	0	0	0	0	0	0	0	0	
moyenne	###	###	0,2	###	###	0,6	38%	06:18	0,4	0,4	0	###	###	2	0,6	0,3	0	0,9	0,6	0,2	0,1	0,6	0,2	0	0,2	0	0,2	0,3	###	0	0,2	0,4	0,3	0	0,3	0	0,3	0		
maximum	###	###	1	###	###	1,0	100%	15:43	1	0	2	0	###	###	8	1	1	1	1	1	1	2	1	0	1	0	0	1	1	1	###	0	1	1	1	1	1	1	1	
fb5	pp	r	0,5	b	ef	0	g	10	0,5	0,7	a	0,6	57%	02:50	0	c	0	p	d	p	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	v		
fb6	tr	e	0	b	ef	0	c	10	0,5	0,7	a	0,7	48%	02:10	1	i	0	e	d	p	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	v		
fb7	tr	e	0,5	b	ef	0	1	a	1	0,7	a	0,8	41%	07:50	0	c	0	p	m	p	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	e		
fb8	eg	r	0	b	ef	0	p	10	0,5	0,7	a	0,9	22%	02:22	1	c	0	p	d	p	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	v		
fb9	eg	r	0	b	ef	0	p	10	0,5	0,7	a	1,0	15%	02:11	1	c	1	p	d	p	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	v		
fb1	lg	e	0	b	ef	1	g	c	0	0,7	a	0,2	100%	02:02	0	c	2	p	d	p	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	v		
fb2	pp	e	0	b	a	1	1	a	0,5	0,7	a	0,3	80%	12:58	0	c	1	p	d	p	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	c		
fb3	pp	e	0,5	b	ef	1	c	r	0	0,7	a	0,5	53%	07:10	0	i	0	p	d	s	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	e	
fb4	tr	e	0	b	ef	0	1	r	0	0,7	a	0,7	36%	07:45	0	i	0	p	d	p	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	e		
fb5	tr	e	0	b	ef	0	1	a	0,5	0,7	a	0,8	19%	02:28	0	c	0	p	d	p	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	e	
fb6	eg	e	0	b	ef	1	c	r	0	0,7	a	1,0	7%	02:03	0	c	0	p	d	s	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	v	
fr1	f	e	0,5	b	a	1	c	r	0	0,3	i	0,1	100%	02:40	0	c	0	0	d	i	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	e	
fr2	a	e	0,5	b	g	1	p	r	0,5	0,3	i	0,3	88%	06:54	-	-	0	p	-	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
fr3	tl	e	0	b	g	1	1	v	0	0,3	i	0,4	73%	02:39	0	i	0	p	d	s	3	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	n	
fr4	tl	r	0	b	ef	1	1	v	0	0,3	i	0,6	61%	07:15	0	i	0	p	d	s	3	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	n	
fr5	tl	r	0	b	ef	1	1	a	0	0,3	i	0,7	45%	07:42	0	c	0	p	d	s	3	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	n	
fr6	dc	r	0	b	a	1	1	15	0	0,3	i	0,9	28%	02:59	0	c	0	p	d	s	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	c	
fr7	a	e	0	b	g	1	c	r	0	0,3	i	1,0	7%	03:10	0	i	0	0	d	s	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	e
fm1	eg	r	0	b	a	1	p	10	0	0,0	i	0,1	100%	02:00	1	c	0	p	d	i	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	v	
fm2	lg	e	0	b	a	1	p	c	0	0,0	i	0,3	83%	06:30	1	c	0	p	d	s	2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	v	
fm3	eg	r	0	b	a	1	g	10	0	0,0	i	0,4	69%	02:37	1	c	0	p	d	s	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	n	
fm4	f	r	0,5	b	a	1	c	10	0,5	0,0	i	0,6	56%	04:43	1	c	0	e	d	i	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	v		
fm5	f	e	0,5	b	ef	1	c	r	1	0,0	i	0,7	46%	08:34	-	-	1	p	-	-	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
fm6	tl	e	0	b	ef	1	c	r	1	v	0,5	0,0	1	0,9	28%	10:06	0	i	0	p	d	1	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	n
fm7	f	e	0	b	ef	1	c	r	0,5	0,0	i	1,0	6%	02:40	-	-	0	0	p	d	i	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	n	
vB2T	ku	e	0	b	g	1	1	10	1	0,0	i	0,3	87%	04:50	1	i	0	p	d	i	4	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	e	
vB3T	ku	e	0	b	g	1	1	10	1	0,0	i	0,4	77%	02:33	1	i	1	p	d	i	4	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	e	
vB7T	sv	e	0,5	b	g	0	g	c	1	0,0	i	0,6	55%	07:20	1	i	1	0	0	0	1	1	v-p	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	e
vB4T	sv	e	0	b	g	0	g	10	0	0,0	p	0,4	73%	08:48	1	i	0	p	d	s	3	1	0	p	0,5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	v
vB8T	t	f	0,5	b	g	1	p	10	0	0,0	i	0,7	39%	06:24	0	0	0	p	m	s	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	e

	Cinquième axe							Sixième axe							Sept axe		
	Difficulté	mise garde	apprentissage	réviser	réactualiser	introduire	familiarise	don justif	parole / mn	fermeture	triche	interroge	idées élèves	classe tourne	élè sollici	élè exprim	
minimum	0	0	###	0	0	0	0	0	6,8	0	0	###	0	0	0	0	
moyenne	0,3	0,2	###	0,6	0,3	0,2	0,5	0	12,9	0,4	0,8	###	0,4	1	0,5	0	
maximum	1	1	###	1	1	1	1	0	36,8	1	1	###	1	1	1	0	
fb5	0	0	m	1	0	0	1	d	14,5	1	1	g	1	1	1	p	
fb6	0	0	t	1	0	0	1	d	13,7	0	1	m	0	1	1	p	
fb7	1	0	m	1	0	0	1	d	13,2	0	1	g	0	1	0	p	
fb8	0	0	c	1	0	0	1	p	11,1	0	0	n	0	1	0	p	
fb9	0	0	c	1	0	0	1	d	12,0	1	1	g	1	1	1	p	
fb1	0	0	t	0	1	0	0	0	6,8	0	1	m	0	1	0	r	
fb2	1	0	m	0	0	0	1	d	10,4	1	1	m	0	1	0	p	
fb3	1	0	c	1	0	0	0	p	12,1	0	1	g	1	1	1	p	
fb4	1	0	t	0	1	0	0	d	10,5	0	1	m	0	1	1	p	
fb5	1	0	m	0	0	0	1	p	10,0	1	1	g	0	1	0	r	
fb6	1	0	t	0	1	0	0	p	9,5	0	1	g	0	1	0	r	
fb7	0	0	c	1	0	0	0	d	19,1	0	1	m	1	1	0	p	
fb8	-	-	-	-	-	-	-	0	14,1	0	0	g	0	1	0	r	
fb9	0	0	c	0	1	0	0	d	17,3	0	0	n	0	1	0	p	
fb1	0	0	c	0	1	0	0	d	14,3	1	1	m	1	1	1	p	
fb2	0	1	c	0	1	0	0	d	18,2	0	1	n	1	1	1	p	
fb3	0	0	t	1	0	0	0	d	12,5	0	0	n	0	1	0	r	
fb4	1	0	c	0	0	0	0	p	18,8	0	0	g	1	1	1	p	
fb5	0	0	t	1	0	0	1	0	11,9	1	1	n	0	1	1	p	
fb6	0	1	t	1	0	0	0	d	12,6	1	1	m	1	1	1	p	
fb7	0	0	t	1	0	0	0	d	13,3	0	1	n	1	1	1	p	
fb8	1	1	c	1	1	1	0	d	12,3	0	1	n	0	1	1	p	
fb9	-	-	-	-	-	-	-	0	12,7	1	1	m	0	1	0	r	
fb1	0	0	t	1	0	0	1	d	10,9	1	1	m	1	1	1	p	
fb2	-	-	-	-	-	-	-	0	13,3	1	1	m	1	1	1	p	
fb3	0	0	t	0	0	1	1	p	11,4	0	0	g	0	1	1	r	
fb4	1	0	t	1	0	0	1	d	14,8	1	1	g	1	1	0	r	
fb5	1	1	m	1	1	0	1	p	12,4	0	1	n	1	1	0	p	
fb6	0	1	c	1	0	0	0	d	14,1	0	1	m	0	1	0	p	
fb7	0	0	c	1	1	0	0	d	12,2	1	1	m	1	1	1	p	

Fonction	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	S	S	S	S	S	S	S	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
----------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Function	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	S	S	S	S	S	A	A	A	A	A	A
Objet	C	C	C	D	D	D	L	L	L	L	C	C	D	D	D	C	C	C	D	D	L
Tenseur	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
fB4	9,8%	13,4%	1,8%	2,7%	4,5%	0,0%	0,0%	4,5%	1,8%	2,7%	8,9%	8,0%	0,0%	0,0%	2,7%	0,0%	0,0%	3,6%	9,8%	16,1%	0,0%
fB5	1,8%	3,6%	2,7%	0,0%	0,0%	0,0%	1,8%	4,5%	0,0%	0,0%	9,0%	21,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,4%	15,3%	0,0%	0,9%
fB6	11,5%	26,4%	13,8%	0,0%	0,0%	0,0%	3,4%	9,2%	12,6%	2,3%	5,7%	12,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
fB7	4,8%	19,8%	3,4%	0,0%	0,0%	0,0%	1,0%	7,7%	2,4%	14,0%	9,2%	0,0%	0,0%	0,0%	2,9%	1,0%	9,2%	3,9%	7,2%	0,0%	0,0%
fB8	20,0%	30,0%	0,0%	2,7%	2,7%	0,0%	9,3%	12,0%	0,0%	2,7%	5,3%	17,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	8,0%	0,0%	0,0%	0,0%
fB9	9,3%	30,0%	16,7%	0,0%	1,3%	0,0%	2,0%	6,0%	0,0%	2,1%	5,3%	8,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	4,0%	9,3%	0,0%	0,0%
fBexo	10,3%	19,3%	9,5%	0,5%	2,7%	0,0%	2,0%	4,5%	3,2%	2,1%	7,2%	15,1%	0,0%	0,4%	0,5%	1,0%	2,4%	5,2%	5,9%	2,1%	0,1%
fBours																					
fBot	10,3%	19,3%	9,5%	0,5%	2,7%	0,0%	2,0%	4,5%	3,2%	2,1%	7,2%	15,1%	0,0%	0,4%	0,5%	1,0%	2,4%	5,2%	5,9%	2,1%	0,1%
fBT1	5,7%	35,2%	20,5%	0,0%	0,0%	0,0%	1,6%	4,9%	1,6%	0,0%	9,0%	16,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,3%	0,0%	0,0%	0,0%
fB2	8,6%	28,3%	7,1%	0,0%	1,1%	0,0%	8,2%	0,4%	0,7%	0,0%	7,4%	14,5%	0,0%	0,0%	1,1%	0,0%	0,0%	0,7%	1,5%	0,0%	0,0%
fB3	14,4%	12,1%	8,6%	1,1%	3,4%	0,0%	1,7%	3,4%	6,3%	0,0%	1,1%	7,5%	0,0%	0,0%	3,4%	1,7%	8,0%	3,1%	2,3%	0,0%	0,0%
fB4	9,8%	14,1%	8,6%	4,3%	12,9%	0,0%	3,1%	0,0%	6,7%	0,0%	5,5%	20,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,7%	7,4%	0,0%	0,0%
fB5	3,7%	30,3%	7,3%	0,0%	1,8%	0,0%	0,0%	0,0%	1,8%	0,0%	0,0%	34,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	20,2%	0,0%	0,0%
fB6	15,5%	31,0%	20,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	17,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	5,2%	0,0%	3,4%	6,9%	0,0%
fBexo	9,4%	23,9%	10,4%	1,0%	3,6%	0,0%	0,0%	3,6%	1,5%	3,1%	0,0%	4,7%	17,1%	0,0%	1,8%	1,0%	0,3%	0,6%	2,2%	1,7%	2,0%
fBours																					
fBot	9,4%	23,9%	10,4%	1,0%	3,6%	0,0%	0,0%	3,6%	1,5%	3,1%	0,0%	4,7%	17,1%	0,0%	1,8%	1,0%	0,3%	0,6%	2,2%	1,7%	2,0%
fBTot																					
R1	0,5%	0,9%	6,9%	3,2%	13,4%	0,9%	12,9%	15,2%	12,0%	0,0%	1,8%	22,1%	0,0%	0,0%	3,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
R2	1,0%	17,4%	9,2%	1,5%	11,3%	12,3%	2,6%	1,0%	1,0%	0,0%	0,0%	42,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
R3	8,2%	31,3%	19,5%	0,0%	0,0%	6,7%	0,0%	3,1%	0,0%	0,0%	2,1%	18,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,1%	2,1%	6,7%	0,0%

ANNEXE 7

UNIVERS : CINQ INDICES DE DESCRIPTION.

Les valeurs données aux indices sont toujours au nombre de trois (en plus de la valeur *absence de données* qui correspond soit à des données non concordantes soit à des données insuffisantes et qui est notée "?" ci-dessous) : la valeur "+", la valeur "-" et la valeur "0", correspondant à une plus ou moins grande ouverture, à une présence plus ou moins importante d'échanges sur le fond...

À la relecture des comptes rendus d'analyse, des valeurs ont été données aux différents épisodes rencontrés pour chaque indice, on les retrouve dans le Tableau 5 page lii.

Les épisodes ont ensuite été regroupés selon la proximité de leurs cinq indices, on retrouve ce classement dans le Tableau 6 page 53. C'est ce premier classement qui a permis de dégager, au delà des grandes oppositions de type positif / négatif, les univers proposés dans ce travail (voir chapitre D).

Tableau 5

	T-var	Acti	D-var	T-éch	D-éch
bf1	0	0	0	-	+
bf2	0	0	-	-	0
bf3	0	0	-	-	-
bf4	+	+	0	+	+
bf5	+	+	+	+	+
bf6	?	?	0	?	+
bf7	0	0	+	0	+
bf8	+	+	0	?	+
bf9	+	+	-	+	0
Bf1	-	+	-	0	-
Bf2	0	-	0	0	-
Bf3	+	0	+	+	+
Bf4	?	?	0	?	?
Bf5	0	-	0	0	-
Bf6	?	?	0	?	?
Mf1	+	-	0	0	0
Mf2	+	-	+	+	0
Mf3	+	-	0	0	+
Mf4	+	0	-	0	?
Mf5	?	?	0	?	+
Mf6	0	-	0	+	?
Rf1	+	0	0	0	+
Rf2	?	?	0	?	-
Rf3	-	0	0	+	+
Rf4	-	0	0	+	+
Rf5	-	0	0	+	+
Rf6	+	+	0	-	-
Rf7	+	0	0	0	+
bv1	0	0	-	-	-
bv2	-	0	0	-	0
bv3	0	0	0	0	-
bv4	0	0	0	0	0
bv5	+	0	0	+	-
bv6	?	?	?	?	-

	T-var	Acti	D-var	T-éch	D-éch
bv7	0	0	0	0	+
bv8	+	0	0	+	+
bv9	?	?	0	?	?
bv10	?	?	0	+	+
Bv1	-	-	?	-	-
Bv2	-	-	?	-	?
Bv3	?	?	0	?	-
Bv4	+	0	0	-	-
Bv5	?	?	-	?	+
Bv6	?	?	-	?	0
Bv7	+	+	0	+	+
Mv1	?	?	0	?	?
Mv2	-	-	0	+	+
Mv3	-	-	0	+	+
Mv4	-	-	0	0	0
Mv5	?	?	+	?	+
Mv6	?	?	0	?	+
Mv7	0	+	0	+	+
Mv8	+	-	0	-	+
Mv9	?	?	-	?	?
Mv10	?	?	0	?	?
Mv11	0	+	+	-	+
Rv1	-	?	0	+	+
Rv2	-	-	+	+	+
Rv3	-	-	0	0	+
Rv4	+	0	+	-	+
Rv5	0	+	0	+	+
Rv6	+	+	0	+	+
Rv7	-	+	0	0	+
Rv8	+	+	0	-	0
Rv9	?	?	0	+	0
Rv10	-	+	0	+	0
Rv11	-	+	?	-	?
Rv12	?	?	0	?	0

Tableau 6

	T-var	Acti	D-var	T-éch	D-éch
bf2	0	0	-	-	0
bf3	0	0	-	-	-
bv1	0	0	-	-	-
Bf2	0	-	0	0	-
Bf5	0	-	0	0	-
Bv1	-	-	?	-	-
Bv2	-	-	?	-	?
Mv4	-	-	0	0	0
bv2	-	0	0	-	0
Bv4	+	0	0	-	-
Rv11	-	+	?	-	?
Bf1	-	+	-	0	-
Rv3	-	-	0	0	+
bf1	0	0	0	-	+
Mf1	+	-	0	0	0
Mf4	+	0	-	0	?
Mf6	0	-	0	+	?
bv4	0	0	0	0	0
bv3	0	0	0	0	-
bv7	0	0	0	0	+
Rv9	?	?	0	+	0
Rf6	+	+	0	-	-
Mv8	+	-	0	-	+
Mv2	-	-	0	+	+
Mv3	-	-	0	+	+
Rv2	-	-	+	+	+

épisodes sans analyses de tâche :
(10 cours (c) et 6 non représentés)

		Plutôt positif				Plutôt négatif					
		T-var		Acti		D-var		T-éch		D-éch	

Pour tout renseignement sur les publications diffusées par notre IREM

Vous pouvez soit :

- Consulter notre site WEB

<http://www.irem-paris7.fr.st/>

- Demander notre catalogue en écrivant à

**IREM Université Paris 7
Case 7018
2 Place Jussieu
75251 Paris cedex 05**

RESUME

Le but de ce travail est d'évaluer la diversité des pratiques professionnelles des professeurs en classe. L'auteur décrit tout d'abord ses hypothèses.

Il ne retient des pratiques étudiées que ce qui est supposé avoir de l'influence sur l'apprentissage des élèves dans les résultats de la didactique des mathématiques (cette part des pratiques est appelée *univers mathématique*) : importance de la dévolution à l'élève des tâches à effectuer (voire de son apprentissage), *potentiel d'ouverture didactique et mathématique de la notion proposée* à l'élève, échanges entre élèves, médiations du professeur.

Deux *analyses locales* de pratiques sont menées en parallèle : une analyse du discours de l'enseignant et une analyse des tâches et activités. Ces analyses sont menées sur huit séances filmées (quatre professeurs, deux notions enseignées de natures différentes). Elles produisent des données qui sont ici étudiées à deux niveaux : le premier, à l'aide d'analyses factorielles, permet une description fine des pratiques des professeurs en classe ; le second, plus transversal, met en lumière les variations d'univers au sein d'une séance ou d'une séance à l'autre (et donc d'un professeur à l'autre, ou d'une notion à l'autre). Lors de cette dernière étude, l'auteur met en évidence cinq descripteurs, appelés *indices*. Ils permettent cette première description des variations d'univers.

MOTS CLES

didactique des mathématiques,
pratiques professionnelles,
classification de notion mathématiques,
univers potentiel d'ouverture didactique et mathématique,
indices,
analyses locales,
discours, teneur, objet, fonction
tâche,
activité.

Editeur : IREM
Université PARIS VII
Directeur responsable de la
publication : M. ARTIGUE
2 Place Jussieu. Case 7018
75251 PARIS Cedex 05
Dépôt légal : Décembre 1999
ISBN : 2-86612-187-2